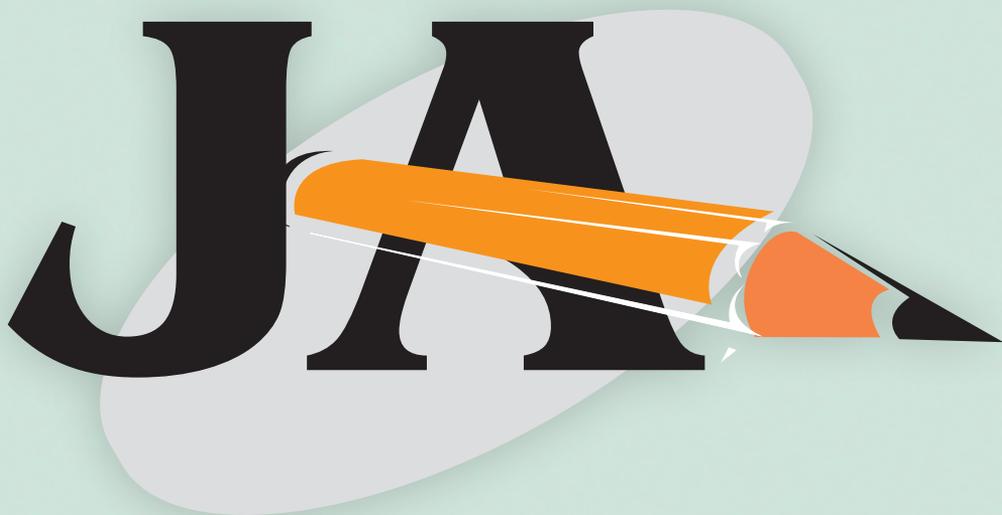


## XII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja

Resumos expandidos



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## ***Documentos 391***

### **XII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**

#### **Resumos Expandidos**

*Hugo Soares Kern  
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*  
Editores Técnicos

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**

Rodovia Carlos João Strass, s/n, acesso Orlando Amaral, Distrito Warta  
Caixa Postal 231  
CEP 86001-970  
Londrina, PR  
Fone: (43) 3371 6000  
Fax: (43) 3371 6100  
www.embrapa.br/soja  
www.embrapa.br/fale-conosco

**Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Ricardo Villela Abdelnoor*

Secretário-Executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agno!*

Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*

Editoração eletrônica e capa: *Gustavo Iuri de Barros*

**1ª edição**

PDF digitalizado (2017).

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Soja

---

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja ( 12. : 2017: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] XII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. [recurso eletrônico] / Hugo Soares Kern, Regina Maria Vilas Bôas de Campos Leite, editores técnicos. Londrina: Embrapa Soja, 2017.

199 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 391)

1.Soja-Pesquisa. 2.Pesquisa agrícola. I.Título. II.Série.

---

CDD 633.34072

© Embrapa 2017

# Editores técnicos

**Hugo Soares Kern**

Relações Públicas

Analista da Embrapa Soja

Londrina, PR

**Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite**

Engenheira Agrônoma, Dra.

Pesquisadora da Embrapa Soja

Londrina, PR

# Apresentação

A Jornada Acadêmica da Embrapa Soja tem como objetivo promover o trabalho desenvolvido pelos estudantes que integram o Programa de Estágio de Complementação Educacional da Embrapa, junto às equipes de pesquisa e apoio da Unidade.

Por meio da inscrição de trabalhos nas modalidades escrita e oral, os participantes vivenciam a dinâmica de um evento científico, contando com o suporte de seus orientadores e do Comitê Local de Publicações (CLP) da Embrapa Soja. Além disso, interagem com seus pares e com o público interno da empresa, em um significativo processo de aprendizagem.

Em sua 12ª edição, realizada nos dias 12 e 13 julho de 2017, a Jornada Acadêmica contou com 21 trabalhos inscritos e respectivas apresentações orais. Os resumos encontram-se nesta publicação, que temos a satisfação de apresentar.

Cabe à Embrapa Soja agradecer aos orientadores e estagiários que contribuíram para a realização da XII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Aproveitamos, ainda, para parabenizar a todos pelos resultados alcançados.

*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Soja



# Sumário

<b>Resumos Expandidos .....</b>	<b>9</b>
Determinação dos grãos de soja mofados nas safras 2014/15 e 2015/16 .....	14
Parasitismo em adultos de <i>Dichelops melacanthus</i> (Dallas, 1851) por moscas Tachinidae na cultura do milho .....	29
Preferência hospedeira do parasitoide <i>Telenomus podisi</i> Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) entre ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> , <i>Euschistus heros</i> e <i>Podisus nigrispinus</i> (Hemiptera: Pentatomidae) .....	38
Biologia de <i>Telenomus podisi</i> Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) submetidos a diferentes temperaturas.....	47
Efeito do genótipo e da construção gênica na eficiência de transformação de soja via <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .....	54
Regime hídrico e rendimento de genótipos de soja em condição de campo.....	65
Eficiência agrônômica de fontes e doses de fósforo no cultivo da soja em solos com diferentes classes texturais .....	76
Injúria causada por <i>Sternechus subsignatus</i> em soja estabelecida sob tratamento de sementes com diferentes inseticidas .....	81

Compatibilidade do baculovírus da lagarta-falsa-medideira ( <i>ChinSNPV</i> ) com azadiractina .....	90
Espécies visitantes florais em cultivo de soja ( <i>Glycine max L.</i> ) em Sorriso, MT .....	101
Incidência do pulgão-do-milho em resposta ao tratamento de sementes com inseticidas químicos .....	108
Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento do déficit hídrico na cultura da soja .....	119
Uso da armadilha multicolor na captura de visitantes florais na cultura da soja [ <i>Glycine max (L.) Merrill</i> ] .....	128
Avaliação do método de adição de padrão para determinação de Co e Mo em tecido vegetal via ICP-OES.....	137
Potencial de utilização de sensores multiespectral e hiperespectral no estudo de diferentes alvos agrícolas .....	146
Estudo exploratório de coleta e análise de compostos orgânicos voláteis de flores de soja .....	155
Potencial de extrato de flores de <i>Crotalaria</i> no controle de nematoides da soja .....	165
Avaliação de germinação dos genótipos de soja sob diferentes potenciais osmóticos induzidos por polietilenoglicol 8000.....	177
Produtividade da soja no plantio direto em função da escarificação, do uso de haste mais profunda na semeadura e da cultura antecessora.....	185
Visitantes florais presentes em soja Bt e não Bt na região do cerrado brasileiro .....	193

# Resumos Expandidos

---

## Suscetibilidade relativa de espécies de noctuóideos ao inseticida clorfenapir

SILVA, A.C.J.<sup>1</sup>; SOSA-GÓMEZ, D.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Pitágoras - UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR ; <sup>2</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR

### Introdução

Diversas espécies da superfamília Noctuoidea são de suma importância para a cultura da soja. Entre elas estão a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner), a lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (Walker) e a lagarta-das-vagens, *Spodoptera eridania* (Cramer) (MOSCARDI et al., 2012). A principal forma de controle dessas lagartas é a aplicação de inseticidas químicos, portanto a exposição a inseticidas é frequente. Um dos inseticidas que apresentam eficiência no controle de larvas de noctuóideos é o clorfenapir, que age por contato e ingestão e seu modo de ação consiste em atuar como desacoplador da fosforilação oxidativa na mitocôndria, resultando na interrupção da produção de ATP, produzindo perda de energia, interrompendo e levando a disfunção celular, provocando a morte do organismo (RA-GHAVENDRA et al., 2011; IRAC, 2016).

Um dos grandes desafios nos programas de controle de pragas envolvendo o uso de compostos químicos é evitar a seleção de linhagens resistentes. Por isso há necessidade de avaliar a suscetibilidade das

diferentes espécies aos inseticidas químicos, uma vez que estes experimentos podem proporcionar informações para estabelecer esta suscetibilidade indicando quais apresentam maior ou menor potencial de controle. Por outro lado, a mesma informação pode ser utilizada para estudos comparativos através do tempo para verificar as alterações de suscetibilidade.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a suscetibilidade relativa da *A. gemmatalis*, *S. frugiperda* e *S. eridania* ao inseticida clorfenapir.

## Material e Métodos

### Coleta e criação das populações de noctuóideos

As populações de noctuóideos foram estabelecidas a partir de indivíduos coletados na cultura da soja em diferentes regiões agrícolas do Brasil nas safras de 2015/2016 e mantidas no laboratório da Embrapa Soja, em Londrina, PR (Tabela 1). Os adultos obtidos a partir destas lagartas foram mantidos em gaiolas para oviposição. Os experimentos foram realizados com lagartas de *S. eridania* da 12ª geração de laboratório, 55ª geração de *S. frugiperda* e 267ª geração de *A. gemmatalis*, quando estas estavam no início do 3º instar. As lagartas foram criadas em dieta artificial de Greene et al. (1976) modificada por Hoffmann-Campo et al. (1985), à temperatura de  $26 \pm 2^\circ \text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  umidade e 14h de fotoperíodo.

No bioensaio, foi utilizado o inseticida-acaricida químico do grupo análogo de pirazol, clorfenapir (Pirate 240 SC) (4-bromo-2-(4-chlorophenyl)-1-(ethoxymethyl)-5-trifluoromethyl)pyrrole-3-carbonitrile, 240 g/L de suspensão concentrada, BASF S.A., São Paulo), em diferentes doses do ingrediente ativo.

### Determinação da suscetibilidade relativa de espécies de noctuóideos

A suscetibilidade foi determinada por meio de experimentos realizados previamente para determinar a maior e menor mortalidade em cada espécie. As inoculações em *S. eridania* foram realizadas com o inseticida diluído nas seguintes concentrações:  $0 \mu\text{g i.a. mL}^{-1}$ ;  $0,46 \mu\text{g i.a. mL}^{-1}$ ;

0,65  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 0,91  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,27  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,78  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 2,5  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 3,5  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ . As lagartas de *A. gemmatalis* foram inoculadas com 0  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,00  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,20  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,44  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,73  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 2,08  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 2,5  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 3,00  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$  e por último as lagartas de *S. frugiperda* com 0  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 0,83  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,00  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,20  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,44  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 1,73  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 2,08  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ ; 2,5  $\mu\text{g}$  i.a.  $\text{mL}^{-1}$ .

As concentrações de inseticidas foram diluídas em forma seriada e incorporadas a 100ml de dieta artificial de Greene et al. (1976), quando a dieta encontrava-se a 53°C; todas distribuídas em bandejas plásticas compostas por 32 células de 30mL de volume, com tampa. Cada concentração foi disponibilizada para 32 lagartas de terceiro instar. Em cada célula foram colocadas duas lagartas. As bandejas foram mantidas em câmaras tipo BOD a 27°C  $\pm$  2°C, fotofase de 14 h, escotofase de 10 h e umidade relativa de 70  $\pm$  20%.

As avaliações foram realizadas após sete dias, registrando a mortalidade das lagartas. Os dados foram analisados pelo programa Polo Plus (LEORA SOFTWARE, 2003).

## Resultados e Discussão

As diferenças de suscetibilidade ao clorfenapir nas diferentes espécies foram inferiores à ordem de magnitude de 1,7 vezes. Embora a diferença de toxicidade dos produtos seja inversamente proporcional à massa do corpo dos insetos, neste caso esse padrão de resposta não ocorre, uma vez que o peso médio ( $\pm$  EPM) das testemunhas foi significativamente maior na lagarta-da-soja, *A. gemmatalis* (0,229  $\pm$  0,004 mg) que nas testemunhas de *S. eridania* (0,180  $\pm$  0,010 mg, Mann-Whitney Rank Sum Test.,  $p \leq 0,002$ ) e *S. frugiperda* (0,168  $\pm$  0,007mg, Mann-Whitney Rank Sum Test.,  $p \leq 0,001$ ), indicando que a suscetibilidade é inerente à espécie. As três espécies estudadas apresentaram diferenças significativas de suscetibilidade (Tabela 2). Para definir essas diferenças foram considerados a sobreposição dos intervalos de confiança das respectivas CL50.

Os reduzidos valores de  $CL_{50}$  indicaram que o clorfenapir possui atividade biológica elevada para as três espécies de lepidópteros. Valores próximos de  $CL_{50}$  foram observados por outros autores (SCHNEIDER, 2015; SPROGER; SOSA-GÓMEZ, 2016), utilizando a mesma metodologia de bioensaio, com indoxicarbe, clorantarniliprole e flubendiamida, que constataram a maior tolerância de *S. eridania* quando comparada com *S. frugiperda*.

## Conclusão

A tolerância de *S. eridania* ao clorfenapir foi maior que a observada em *S. frugiperda* e *A. gemmatalis*, apesar da maior massa corpórea de *A. gemmatalis* com respeito a *S. eridania* e *S. frugiperda*.

## Referências

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economy Entomology**, v. 69, n.4, p. 487-488, 1976.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; OLIVEIRA, E.B. de; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*)**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1985. 23p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 10).

IRAC. Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas. **Classificação do modo de ação**: a chave do manejo de resistência. 2016. (IRAC. Edição do Poster, 6.1). Disponível em <<http://www.irc-online.org/documents/moa-structures-poster-portuguese/>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

LEORA SOFTWARE. **POLO-Plus 1.0 Probit and Logit analysis**. Petaluma: LeOra Software. 2003.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. de F.; SOSA-GOMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 213-334.

Raghavendra, K.; Barik, T.K.; Sharma, P.; Bhatt, R.M.; Srivastava, H.C.; SREEHARI, U.; DASH, A.P. Chlorfenapyr: a new insecticide with novel mode of action can control pyrethroid resistant malaria vectors. **Malaria Journal**, v. 10, n. 16, p. 1-7, 2011.

SCHNEIDER, J. A. **Suscetibilidade de noctuídeos de importância agrícola a flubendiamida, clorantraniliprole e indoxacarbe**. 2015. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

SPROGER, R. V.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Suscetibilidade de *Chrysodeixis includens* aos inseticidas flubendiamida e clorantraniliprole. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 11., 2016, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 63-67. (Embrapa Soja. Documentos, 373).

**Tabela 1.** Origem das espécies

Espécie	UF	Município	Latitude	Longitude
<i>S. eridania</i>	PR	Londrina	23°18'16.03"S	51°10'10.50"O
<i>A. gemmatalis</i>	PR	Sertanópolis	23°03'26.56"S	51°02'42.76"O
<i>S. frugiperda</i>	PR	Londrina	23°18'16.03"S	51°10'10.50"O

**Tabela 2.** Suscetibilidade relativa de espécies de Noctuidae ao clorfenapir.

Espécie	Inseticida	População	N	Coefficiente angular	CL <sub>50</sub> (µg i. a. mL <sup>-1</sup> )	IC <sub>95%</sub>
<i>S. eridania</i>	Clorfenapir	Warta, PR	128	8,312 ± 1,634	2,027	1,846 - 2,242
<i>A. gemmatalis</i>	Clorfenapir	Sertanópolis	128	5,853 ± 1,486	1,232	1,052 - 1,370
<i>S. frugiperda</i>	Clorfenapir	Londrina	384	15,392 ± 1,831	1,573	1,451 - 1,676

N= número de insetos tratados; CL<sub>50</sub> = concentração letal média

# **Determinação dos grãos de soja mofados nas safras 2014/15 e 2015/16**

FORNARE, A.<sup>1</sup>; LORINI, I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do curso de Agronomia da UNOPAR, estagiária da Embrapa Soja, Londrina, PR;

<sup>2</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR

## **Introdução**

A soja, cultura agrícola em contínuo crescimento no Brasil, e que ocupa especialmente as regiões Centro-Oeste e Sul do país, firmou-se como um dos produtos mais importantes da agricultura nacional, com 33,7 milhões de hectares de área cultivada na safra 2016/17. Na safra 2015/2016, a produção brasileira atingiu 95,4 milhões de toneladas, e a estimativa para a safra 2016/2017 é de aproximadamente 110 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

Os defeitos dos grãos de soja colhidos permitem avaliar a qualidade da safra e determinar seu uso em função das necessidades de cada cadeia alimentar associada. No Brasil, a classificação da soja é regulamentada pela Instrução Normativa N° 11, de 15 de maio de 2007 e Instrução

Normativa Nº 37 de 27 de julho de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA (BRASIL, 2007a; 2007b) e permite identificar entre os fornecedores de matéria-prima aqueles que atendem às exigências do mercado. Isto garante que o produto adquirido seja realmente o ofertado e possibilita o reconhecimento do produto de melhor qualidade. Essas normativas determinam os defeitos, regras e limites de enquadramento da soja que será comercializada. Por essas normativas a soja é classificada pela aptidão de uso e são aplicados os descontos para os itens que ultrapassem os limites estabelecidos pela normativa, no momento da comercialização. Dentre os principais defeitos, pode-se citar: grãos queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, imaturos, danificados por pragas incluindo percevejos, chochos, esverdeados, amassados e quebrados.

Pela IN 11 do MAPA grãos mofados são aqueles grãos ou pedaços de grãos que se apresentam com fungos (mofo ou bolor) visíveis a olho nu e sua porcentagem faz parte da soma de defeitos cujo limite de tolerância é de 8% (BRASIL, 2007a).

O objetivo deste trabalho foi determinar, de acordo com os conceitos e definições do Regulamento Técnico da Soja, da Instrução Normativa Nº 11, a porcentagem de grãos mofados nas amostras coletadas nos estados produtores.

## **Materiais e Métodos**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita do Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” da Embrapa Soja em Londrina, PR. As amostras de soja usadas nesse estudo para se determinar o percentual de grãos mofados foram coletadas em vários municípios brasileiros. Essas amostras fazem parte do projeto da Embrapa: *QUALIGRÃOS - Caracterização da qualidade tecnológica dos grãos de arroz, milho, soja e trigo colhidos e armazenados no Brasil*, o qual prevê o mapeamento da qualidade dos grãos nas regiões produtoras do país.

As amostras de grãos de soja foram coletadas durante o recebimento dos grãos nas unidades armazenadoras, de forma representativa conforme preconiza o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007, do MAPA (BRASIL, 2007a), logo após a padronização dos níveis de umidade e antes de ser destinadas ao armazenamento. Na unidade armazenadora de grãos, selecionada dentro do município de amostragem, foi retirada uma amostra, composta de acordo com o período de recebimento da produção. Encerrada essa recepção, a amostra foi reduzida por quarteamento para aproximadamente 3,0 kg, identificada e enviada à Embrapa Soja para as análises. Foram coletadas e analisadas 815 amostras na safra 2014/15 e 863 na safra 2015/16, provenientes dos Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paraná, do Mato Grosso do Sul, de São Paulo, do Mato Grosso, de Goiás, de Minas Gerais, da Bahia e do Tocantins.

No laboratório na Embrapa Soja, cada amostra de 3,0 kg foi dividida em duas partes iguais, em equipamento homogeneizador/quarteador, destinando uma das subamostras, de aproximadamente 1,5 kg, para a análise dos defeitos, dentre estes os grãos mofados, conforme a Instrução Normativa Nº 11 (BRASIL, 2007a).

Os dados de precipitação pluviométrica citados nas tabelas 1 e 2 foram obtidos do AGRITEMPO (2017), somando a precipitação diária durante o período de colheita especificado. Os dados de porcentagem de grãos mofados foram agrupados por microrregiões do IBGE em cada um dos estados.

## **Resultados e Discussão**

Considerando a média nacional de grãos mofados, houve pouca variação entre as safras, sendo 0,33% na safra 2014/15 e 0,30% na safra 2015/16. Os valores máximos aumentaram da safra 2014/15 para a safra 2015/16 nos Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paraná, do Mato Grosso do Sul e do Mato Grosso, e diminuíram nos Estados de São Paulo, de Goiás, de Minas Gerais e da Bahia (Figura 1, Tabelas 1 e 2).

Quando os resultados são apresentados por estados, é possível verificar que o maior índice de grãos mofados foi encontrado no Estado do Paraná na safra 2015/16, com 32,75%, embora a média do Estado, com 0,73%, tenha ficado abaixo do Mato Grosso do Sul, que teve a maior média em ambas as safras com 1,78% na safra 2014/15 e 1,24% na safra 2015/16 (Tabela 3).

Os Estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul tiveram os maiores problemas de chuvas durante o período de colheita da soja na safra 2015/16, razão pela qual o índice de grãos mofados foi elevado. Como esses grãos mofados fazem parte da composição dos grãos avariados, onde o limite é de 8%, muitos produtores de soja tiveram descontos consideráveis, no momento da entrega dos grãos colhidos nas unidades armazenadoras. Quanto maior a porcentagem de grãos mofados, tanto pior será a qualidade da soja para a indústria de produtos derivados de soja para alimentação humana e animal.

Os valores máximos de grãos mofados aumentaram da safra 2014/15 para a safra 2015/16 nas microrregiões de Florai, Londrina, Maringá e Porecatu, no Paraná, e nas microrregiões de Dourados e Iguatemi no Mato Grosso do Sul em, porém o valor máximo de grãos mofados diminuiu na microrregião de Campo Mourão, no Paraná (Figura 1, Tabelas 1 e 2).

Analisando os resultados de grãos mofados presentes nas amostras das microrregiões dos diferentes Estados do Brasil estudadas neste trabalho, notou-se que a presença de grãos mofados está relacionada em parte com a precipitação no período de colheita, mas também com as demais condições de clima na microrregião.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos técnicos da Embrapa Soja, Adriana de Marques Freitas pelo apoio na realização desse trabalho, e Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli, pela elaboração dos mapas.

## Referências

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico.**

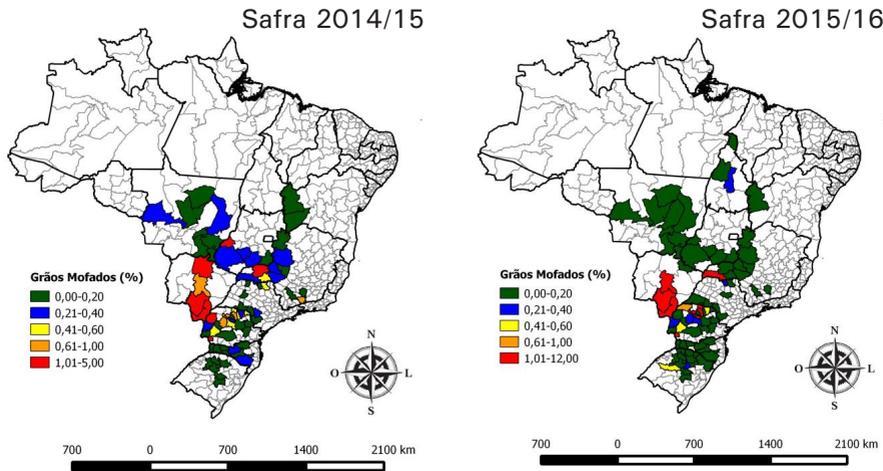
Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>>.

Acesso em: 17 mai. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 93, p. 13-15, 16 maio 2007a. Seção 1. Disponível em:<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17751> Acesso em: 16 mai. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 37, de 27 de julho de 2007. Altera o inciso IV, do art. 2º, do Capítulo I, do anexo da Instrução Normativa n. 11, de 15 de maio de 2007, que passa a vigorar com alterações, dando-se nova redação às alíneas “b” e “g” e acrescentando-se a alínea “h”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 145, p. 9, 30 jul. 2007b. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/core/consulta.action> Acesso em: 27 abr. 2017.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**, safra 2016/2017 sétimo levantamento. Abril/2017. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_04\\_17\\_17\\_20\\_55\\_boletim\\_graos\\_abr\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_abr_2017.pdf)> Acesso em: 24 abr 2017.



**Figura 1.** Média de grãos mofados (%) nas amostras de grãos de soja produzidos no Brasil, nas safras 2014/15 e 2015/16, nos Estados produtores de soja. Embrapa Soja, 2017. Londrina, PR

**Tabela 1.** Índice de grãos mofados (%) determinado nas amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões de nove Estados do Brasil, na safra 2014/15.

Estado	Microrregiões-IBGE	Número de Amostras	Média (%)	Máx (%)	Período de colheita estimado	Soma da precipitação no período da colheita (mm)
RS	Ijuí	11	0,00	0,00	15/03/15 a 15/04/15	106,92
RS	Cachoeira do Sul	2	0,00	0,00	15/03/15 a 15/04/15	229,74
RS	Carazinho	15	0,00	0,00	15/03/15 a 15/04/15	79,71
RS	Passo Fundo	11	0,00	0,00	15/03/15 a 15/04/15	131,19
RS	Santa Cruz do Sul	3	0,00	0,01	15/03/15 a 15/04/15	208,26
RS	Não-Me-Toque	17	0,02	0,36	15/03/15 a 15/04/15	169,08
RS	Cruz Alta	15	0,03	0,45	15/03/15 a 15/04/15	165,45

Continua...

SC	Concórdia	1	0,00	0,00	15/03/15 a 15/04/15	69,75
SC	São Miguel do Oeste	9	0,00	0,00	15/03/15 a 15/04/15	47,61
SC	Curitibanos	14	0,02	0,20	15/03/15 a 15/04/15	248,80
SC	Chapecó	10	0,04	0,39	15/03/15 a 15/04/15	111,96
SC	Xanxerê	7	0,04	0,28	15/03/15 a 15/04/15	159,44
SC	Canoinhas	3	0,13	0,40	15/03/15 a 15/04/15	149,73
SC	Ituporanga	2	0,17	0,33	15/03/15 a 15/04/15	102,60
SC	Joaçaba	5	0,22	0,69	15/03/15 a 15/04/15	245,86
SC	Campos de Lages	9	0,28	1,16	15/03/15 a 15/04/15	228,84
PR	Apucarana	3	0,00	0,00	01/02/15 a 01/03/15	243,81
PR	Jaguariaíva	10	0,00	0,00	01/02/15 a 01/03/15	224,13
PR	Telêmaco Borba	3	0,00	0,00	01/02/15 a 01/03/15	143,88
PR	Ponta Grossa	19	0,03	0,51	01/03/15 a 31/03/15	277,47
PR	Guarapuava	11	0,06	0,63	01/03/15 a 31/03/15	247,29
PR	Foz do Iguaçu	9	0,15	1,08	01/02/15 a 01/03/15	189,84
PR	Goioerê	22	0,18	1,09	01/02/15 a 01/03/15	272,61
PR	Faxinal	3	0,37	0,59	01/02/15 a 01/03/15	244,80
PR	Toledo	32	0,38	2,53	01/02/15 a 01/03/15	273,27
PR	Cornélio Procópio	6	0,39	1,15	01/02/15 a 01/03/15	202,50

Continua...

PR	Porecatu	3	0,44	0,90	01/02/15 a 01/03/15	203,07
PR	Jacarezinho	3	0,46	0,71	01/02/15 a 01/03/15	185,76
PR	Assaí	5	0,48	1,26	01/02/15 a 01/03/15	165,81
PR	Cascavel	11	0,50	1,62	01/02/15 a 01/03/15	268,47
PR	Ivaiporã	5	0,50	1,24	01/02/15 a 01/03/15	203,46
PR	Floraí	14	0,70	1,94	01/02/15 a 01/03/15	201,42
PR	Campo Mourão	12	0,88	5,09	01/02/15 a 01/03/15	249,24
PR	Maringá	9	0,90	3,17	01/02/15 a 01/03/15	204,57
PR	Londrina	3	0,97	2,26	01/02/15 a 01/03/15	134,13
PR	Capanema	2	1,06	2,12	01/02/15 a 01/03/15	209,64
PR	Umuarama	1	1,12	1,12	01/02/15 a 01/03/15	148,80
SP	Assis	3	0,00	0,00	01/02/15 a 01/03/15	281,40
SP	Barretos	2	0,00	0,00	01/02/15 a 01/03/15	205,83
SP	Ourinhos	1	0,00	0,00	01/02/15 a 01/03/15	152,80
SP	Votuporanga	5	0,00	0,00	01/02/15 a 01/03/15	227,16
SP	Itapeva	25	0,02	0,59	01/03/15 a 31/03/15	210,99
SP	Birigui	4	0,13	0,52	01/02/15 a 01/03/15	239,85
SP	Avaré	11	0,21	1,13	01/02/15 a 01/03/15	263,80
SP	São Joaquim da Barra	9	0,46	3,56	01/02/15 a 01/03/15	330,39

Continua...

MS	Campo Grande	3	0,74	2,05	01/02/15 a 15/03/15	246,03
MS	Dourados	45	1,53	7,95	01/02/15 a 15/03/15	324,53
MS	Iguatemi	21	2,40	6,23	01/02/15 a 15/03/15	420,72
MS	Alto Taquari	1	3,26	3,26	01/02/15 a 15/03/15	320,19
MT	Alto Araguaia	10	0,00	0,00	15/01/15 a 28/02/15	267,96
MT	Primavera do Leste	23	0,00	0,00	15/01/15 a 28/02/15	705,21
MT	Rondonópolis	8	0,00	0,00	15/01/15 a 28/02/15	102,60
MT	Tesouro	6	0,00	0,00	15/01/15 a 28/02/15	37,00
MT	Alto Teles Pires	37	0,04	0,99	15/01/15 a 28/02/15	1056,66
MT	Sinop	36	0,08	1,21	15/01/15 a 28/02/15	453,47
MT	Parecis	7	0,22	0,72	15/01/15 a 28/02/15	398,76
MT	Canarana	25	0,25	1,83	15/01/15 a 28/02/15	863,28
GO	Catalão	24	0,17	1,35	15/01/15 a 28/02/15	590,58
GO	Vale do Rio dos Bois	20	0,32	2,27	15/01/15 a 28/02/15	487,26
GO	Sudoeste	66	0,38	9,80	15/01/15 a 28/02/15	653,07
GO	Meia Ponte	14	0,40	2,29	15/01/15 a 28/02/15	506,82
GO	Aragarças	4	1,45	3,76	15/01/15 a 28/02/15	432,00
MG	Varginha	2	0,00	0,00	15/03/16 a 14/04/15	176,91
MG	Patos de Minas	5	0,04	0,18	15/03/16 a 14/04/15	382,95

Continua...

MG	São João Del-Rei	3	0,06	0,18	15/03/16 a 14/04/15	143,00
MG	Unaí	6	0,13	0,76	15/03/16 a 14/04/15	186,78
MG	Frutal	3	0,22	0,66	15/03/16 a 14/04/15	229,89
MG	Araxá	8	0,22	1,12	15/03/16 a 14/04/15	502,09
MG	Paracatu	3	0,24	0,48	15/03/16 a 14/04/15	190,00
MG	Patrocínio	18	0,29	3,78	15/03/16 a 14/04/15	268,11
MG	Uberaba	11	0,44	3,94	15/03/16 a 14/04/15	544,20
MG	Andrelândia	1	0,69	0,69	15/03/16 a 14/04/15	196,83
MG	Uberlândia	1	5,00	5,00	15/03/16 a 14/04/15	210,45
BA	Santa Maria da Vitória	2	0,00	0,00	01/03/15 a 30/03/15	129,00
BA	Barreiras	22	0,11	2,37	01/03/15 a 30/03/15	324,93

**Tabela 2.** Índice de grãos mofados (%) determinado nas amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões de 10 Estados do Brasil, na safra 2015/16.

Estado	Microrregiões-IBGE	Número de Amostras	Média (%)	Máx (%)	Período de colheita estimado	Soma da precipitação no período da colheita (mm)
RS	Cachoeira do Sul	3	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	412,25
RS	Erechim	1	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	415,11
RS	Guaporé	1	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	408,72
RS	Não-me-Toque	15	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	50,00

Continua...

RS	Sananduva	9	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	474,84
RS	Vacaria	11	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	239,22
RS	Cruz Alta	26	0,01	0,19	15/03/16 a 15/04/16	261,57
RS	Ijuí	15	0,04	0,58	15/03/16 a 15/04/16	372,54
RS	Frederico Westphalen	8	0,04	0,34	15/03/16 a 15/04/16	398,84
RS	Passo Fundo	17	0,10	1,58	15/03/16 a 15/04/16	372,00
RS	Santa Cruz do Sul	5	0,16	0,78	15/03/16 a 15/04/16	506,58
RS	Carazinho	26	0,19	2,23	15/03/16 a 15/04/16	319,32
RS	Soledade	8	0,28	2,12	15/03/16 a 15/04/16	216,60
RS	Santiago	1	0,53	0,53	15/03/16 a 15/04/16	355,20
SC	Canoinhas	7	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	413,70
SC	Chapecó	11	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	351,27
SC	Ituporanga	1	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	513,15
SC	São Miguel do Oeste	2	0,00	0,00	15/03/16 a 15/04/16	360,18
SC	Joaçaba	3	0,06	0,19	15/03/16 a 15/04/16	222,80
SC	Xanxerê	11	0,08	0,74	15/03/16 a 15/04/16	378,66
SC	Campos de Lages	11	0,09	0,87	15/03/16 a 15/04/16	32,00
SC	Curitibanos	14	0,13	1,34	15/03/16 a 15/04/16	479,39
PR	Apucarana	3	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	288,78

Continua...

PR	Foz do Iguaçu	5	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	162,21
PR	Jacarezinho	3	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	202,35
PR	Ponta Grossa	12	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	162,03
PR	Prudentópolis	2	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	229,68
PR	Telêmaco Borba	4	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	180,99
PR	Umuarama	2	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	219,63
PR	Jaguariaíva	10	0,04	0,39	01/02/16 a 01/03/16	316,86
PR	Goioerê	22	0,06	1,07	01/02/16 a 01/03/16	245,49
PR	Guarapuava	10	0,09	0,89	01/02/16 a 01/03/16	323,34
PR	Assaí	5	0,10	0,50	01/03/16 a 31/03/16	133,44
PR	Toledo	25	0,26	2,49	01/02/16 a 01/03/16	165,21
PR	Ivaiporã	5	0,37	1,49	01/02/16 a 01/03/16	231,99
PR	Campo Mourão	13	0,37	3,41	01/02/16 a 01/03/16	221,94
PR	Cornélio Procópio	6	0,43	1,24	01/02/16 a 01/03/16	259,92
PR	Cascavel	13	0,45	2,91	01/02/16 a 01/03/16	311,67
PR	Paranavaí	4	0,82	3,26	01/02/16 a 01/03/16	183,63
PR	Capanema	2	1,20	2,15	01/03/16 a 31/03/16	160,74
PR	Floraí	11	1,83	15,50	01/02/16 a 01/03/16	252,12
PR	Faxinal	3	2,39	4,43	01/02/16 a 01/03/16	214,68

Continua...

PR	Maringá	6	3,44	9,19	01/02/16 a 01/03/16	238,23
PR	Porecatu	2	5,43	6,61	01/02/16 a 01/03/16	150,15
PR	Londrina	3	11,71	32,75	01/02/16 a 01/03/16	213,45
SP	Araraquara	1	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	154,08
SP	Assis	5	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	479,70
SP	Ourinhos	1	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	215,70
SP	Presidente Prudente	1	0,00	0,00	01/03/16 a 31/03/16	170,22
SP	São Joaquim da Barra	7	0,00	0,00	01/02/16 a 01/03/16	244,00
SP	Itapeva	15	0,07	0,84	01/02/16 a 01/03/16	271,00
SP	Barretos	2	0,24	0,47	01/02/16 a 01/03/16	213,60
MS	Cassilândia	9	0,00	0,00	01/02/16 a 15/03/16	193,00
MS	Iguatemi	18	1,29	8,16	01/02/16 a 15/03/16	168,00
MS	Dourados	38	1,38	28,84	01/02/16 a 15/03/16	457,72
MS	Campo Grande	3	2,75	5,90	01/02/16 a 15/03/16	549,99
MT	Paranatinga	2	0,00	0,00	15/01/16 a 29/02/16	639,44
MT	Parecis	7	0,00	0,00	15/01/16 a 29/02/16	751,51
MT	Tesouro	4	0,03	0,10	15/01/16 a 29/02/16	804,17
MT	Canarana	26	0,03	0,39	15/01/16 a 29/02/16	326,43
MT	Primavera do Leste	15	0,06	0,69	15/01/16 a 29/02/16	307,98

Continua...

MT	Alto Teles Pires	38	0,07	1,97	15/01/16 a 29/02/16	352,56
MT	Alto Araguaia	10	0,09	0,88	15/01/16 a 29/02/16	114,48
MT	Sinop	35	0,09	0,99	15/01/16 a 29/02/16	693,85
MT	Rondonópolis	7	0,12	0,82	15/01/16 a 29/02/16	225,60
GO	Aragarças	5	0,00	0,00	15/01/16 a 28/02/16	280,00
GO	Catalão	6	0,00	0,00	15/01/16 a 28/02/16	595,47
GO	Meia Ponte	15	0,00	0,00	15/01/16 a 28/02/16	552,27
GO	Vale do Rio dos Bois	20	0,00	0,00	15/01/16 a 28/02/16	483,61
GO	Sudoeste de Goiás	64	0,03	1,57	15/01/16 a 28/02/16	394,71
MG	Paracatu	3	0,00	0,00	15/03/16 a 14/04/16	278,07
MG	Patos de Minas	6	0,00	0,00	15/03/16 a 14/04/16	165,96
MG	Patrocínio	18	0,00	0,00	15/03/16 a 14/04/16	18,00
MG	São João del-Rei	3	0,00	0,00	15/03/16 a 14/04/16	41,10
MG	Uberlândia	1	0,00	0,00	15/03/16 a 14/04/16	96,72
MG	Unaí	6	0,00	0,00	15/03/16 a 14/04/16	94,20
MG	Varginha	3	0,00	0,00	15/03/16 a 14/04/16	301,74
MG	Uberaba	14	0,02	0,24	15/03/16 a 14/04/16	135,72
MG	Araxá	5	0,12	0,58	15/03/16 a 14/04/16	44,55
MG	Frutal	1	3,56	3,56	15/03/16 a 14/04/16	129,03

Continua...

BA	Barreiras	59	0,00	0,19	01/03/16 a 30/03/16	48,15
TO	Bico do Papagaio	5	0,00	0,00	01/03/16 a 30/03/16	180,87
TO	Miracema do Tocantins	5	0,08	0,39	01/03/16 a 30/03/16	272,52
TO	Porto Nacional	4	0,22	0,89	01/03/16 a 30/03/16	137,31

**Tabela 3.** Índice de grãos mofados (%) determinado nas amostras de grãos de soja das diferentes microrregiões de 10 Estados do Brasil, nas safras 2014/15 e 2015/16.

Estados	Safrá 2014/15			Safrá 2015/16		
	Média (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)	Média (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
Rio Grande do Sul	0,01	0,45	0,00	0,08	2,23	0,00
Santa Catarina	0,09	1,16	0,00	0,06	1,34	0,00
Paraná	0,37	5,09	0,00	0,73	32,75	0,00
São Paulo	0,13	3,56	0,00	0,05	0,84	0,00
Mato Grosso do Sul	1,78	7,95	0,00	1,24	28,84	0,00
Mato Grosso	0,08	1,83	0,00	0,06	1,97	0,00
Goiás	0,36	9,80	0,00	0,02	1,57	0,00
Minas Gerais	0,25	3,94	0,00	0,07	3,56	0,00
Bahia	0,10	2,37	0,00	0,00	0,19	0,00
Tocantins	-	-	-	0,09	0,89	0,00
Brasil	0,33	9,80	0,00	0,30	32,75	0,00

# **Parasitismo em adultos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) por moscas Tachinidae na cultura do milho**

SCHOAVENGERST, C.C.<sup>1</sup>; CORRÊA-FERREIRA, B.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Filadélfia, Bolsista Fundação Eliseu Alves-Embrapa/Bayer, Londrina, PR, camilinha\_cris\_@hotmail.com;

<sup>2</sup> Pesquisadora aposentada, Embrapa Soja, Londrina, PR.

## **Introdução**

Mudanças ocorridas no cenário agrícola brasileiro, com o uso do plantio direto na palha, o crescimento em área do milho segunda safra e a maior oferta de alimentos, tem favorecido a ocorrência de alterações da fauna de insetos presentes no sistema produtivo. O percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851), praga secundária na cultura da soja, vem se tornando mais abundante a cada ano, sendo hoje já considerado praga chave na cultura do milho (BIANCO, 2010).

Em função dos danos causados por esses pentatomídeos atacando diretamente as vagens de soja no período reprodutivo ou plântulas de milho na fase inicial do seu desenvolvimento, medidas de controle são muitas vezes necessárias, acarretando um aumento no uso de inseti-

cidas e sérias consequências como a seleção de insetos resistentes, falhas de controle e eliminação de inimigos naturais (BUENO et al., 2012; CORRÊA-FERREIRA et al., 2010). Nesse contexto, programas de manejo integrado devem ser implementados onde a contribuição do controle biológico natural é de importância crucial.

O parasitismo em pentatomídeos adultos é conhecido em várias espécies, estando representado principalmente por dípteros e micro-himenópteros (BUENO et al., 2012). Várias espécies de taquinídeos são citados na literatura como importantes parasitoides de percevejos, atacando preferencialmente os adultos. Normalmente não são específicos e, na cultura da soja, diferentes espécies de percevejos que ocorrem na parte aérea são parasitados por estas moscas, com vários estudos e registros no Brasil (CORRÊA-FERREIRA, 1984; NUNES et al. 1998; PANIZZI; CORRÊA-FERREIRA, 1997), na Argentina (LA PORTA, 1987; LILJESTROM, 1980) e nos Estados Unidos (BUSCHMAN; WHITCOMB, 1980; HARRIS; TODD, 1982). Resultados obtidos na região Norte do Paraná por Chocorosqui (2001) e Corrêa-Ferreira et al. (2005) e no Rio Grande do Sul por Agostinetto e Panizzi (2016), também mostraram serem as moscas da família Tachinidae os parasitoides mais abundantes em adultos de *Dichelops* spp. Entretanto, há necessidade de se conhecer a situação atual do parasitismo natural em nossas lavouras, frente ao volume de inseticidas utilizados e da importância que este percevejo vem assumindo como praga do sistema produtivo soja-milho.

Entre os dípteros da família Tachinidae pode ocorrer superparasitismo, mas apenas um parasitoide completa o seu desenvolvimento. Os ovos normalmente são depositados sobre o tegumento do percevejo hospedeiro, após sua fixação e período de incubação, a larva emerge, penetrando no corpo do percevejo, fixando-se pela parte terminal nas traqueias, quando passa a se alimentar dos tecidos internos do hospedeiro, sem matá-lo imediatamente. Ao completar a fase larval, abandona o hospedeiro pela abertura anal e forma a pupa no solo (MENEZES et al., 1985). Face à importância do controle biológico natural em programas de manejo integrado de pragas visando à busca por estratégias

mais sustentáveis para o manejo dos percevejos, procurou-se avaliar a ocorrência do parasitismo por taquinídeos em percevejos barriga-verde presentes na cultura do milho.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Soja em Londrina – PR (S 23°12'08,1" e W 51°10'31,1"), durante a safra de 2016. Em áreas de milho que não receberam aplicação de inseticidas, foram coletados ao acaso adultos do percevejo barriga-verde nos diferentes estádios fenológicos do desenvolvimento das plantas (vegetativo, embonecamento, grão leitoso, grão pastoso, formação de dente e maturação).

No laboratório, os percevejos coletados foram agrupados em cerca de 10 insetos/gerbox, em 10 repetições e mantidos com alimento (vagem de feijão e água) em condições controlada de temperatura ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e fotoperíodo (14h L:10h E). Os adultos foram observados diariamente para registro da mortalidade e parasitismo. Para cada percevejo morto foi registrado o sexo, o número e o local de ovos do parasitoide e dissecado para verificar a presença ou não de larvas da mosca. Pupas dos parasitoides foram individualizadas em placas de petri e mantidas em BOD para posterior emergência e identificação das espécies.

## Resultados e Discussão

No período de 20 de abril a 30 de setembro de 2016, um total de 636 adultos do percevejo barriga-verde *D. melacanthus* foram coletados no milho nos diferentes estádios fenológicos, e avaliados quanto à incidência natural de parasitoides, constatando-se, um percentual médio que variou de 16% a 31,6% de insetos parasitados ao longo do ciclo da cultura.

O parasitismo em adultos de *D. melacanthus* esteve representado, basicamente por dípteros da família Tachinidae, sendo estes responsáveis por 98% do parasitismo total verificado no período. Foi constatada a ocorrência de espécies de três gêneros: *Cylindromia*, *Ectophasiopsis* e *Gymmoclytia*, sendo este também o grupo de taquinídeos encontrado

por Agostinetto e Panizzi (2016), em percevejos adultos de *Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775) coletados em soja, plantas daninhas, plantas de milho voluntárias e em palhada sobre o solo na região de Passo Fundo e Coxilha – RS. Além de adultos de *Dichelops* spp., espécies desses gêneros são estudados e citados também em outras espécies de percevejos pentatomídeos que atacam culturas do sistema produtivo soja-milho a nível local e mundial (BUSCHMAN; WHITCOMB, 1980; CORRÊA-FERREIRA, 1984; HARRIS; TODD, 1982; LA PORTA, 1987; LILJESTHROM, 1980; NUNES et al., 1998; PANIZZI; CORRÊA-FERREIRA, 1997).

Em função do superparasitismo que muitas vezes ocorre em taquinídeos e já bastante estudado (HARRIS; TODD, 1982; LILJESTHROM, 1981; SANDS; COOMBS, 1999), observou-se uma variação grande quanto ao número de ovos depositados no corpo hospedeiro, variando de 0 a sete ovos por percevejo. Em um total de 139 *D. melacanthus* parasitados, o maior índice encontrado foi de percevejos com um ovo (62,59%) (Figura 1). Percevejos com dois, três, quatro e acima de quatro ovos por hospedeiro ocorreram, mas em percentuais menores, variando de 15,83% dos percevejos com dois ovos a 0,72% dos percevejos com quatro ovos depositados no tegumento de seu corpo. É importante salientar que uma parcela significativa de percevejos parasitados (13,67%) não apresentaram ovos depositados sobre seu corpo (Figura 1). A ausência de ovos na superfície do corpo do hospedeiro pode ser explicada por um parasitismo que pode ter ocorrido na fase final do estágio de ninfas ou pelo local de deposição do ovo, sendo perdido ou excluído pelo hospedeiro após a penetração da larva para o interior do corpo. Destaca-se que essa constatação só foi possível em função da metodologia utilizada no estudo, fazendo-se a dissecação de todo o percevejo morto e avaliando-se o parasitismo não pela presença de ovos visíveis externamente, mas pela presença interna da larva ou da pupa do taquinídeo fora do corpo do percevejo hospedeiro.

Em relação ao local de deposição dos ovos no corpo do percevejo hospedeiro, os parasitoides tiveram maior preferência pelo tórax, onde

52% do total de ovos avaliados (174), foram depositados nessa região, preferência essa que coincide com resultados obtidos por Corrêa-Ferreira (1984), no parasitismo em *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) por *Eutrichopodopsis nitens* Blanchard, 1966. Na sequência, foram constatados ovos depositados no abdome (46%) e na cabeça (2%) dos percevejos (Figura 2), sendo 49% dos ovos depositados na face dorsal e 51% no lado ventral do corpo do *D. melacanthus*. Considerando o total de ovos avaliados, o pronoto foi o local que apresentou maior frequência de ovos de taquinídeos depositados (33 ovos), constatando-se, esporadicamente, também a presença de ovos depositados no escutelo (2 ovos), nas pernas (2 ovos), na genitália (1 ovo) e na região do corpo recoberta pelo escutelo (1 ovo).

Nos percevejos avaliados, encontrou-se uma porcentagem de parasitismo maior nos machos que nas fêmeas de *D. melacanthus*, sendo 59,7% e 40,3%, respectivamente. Resultados que concordam com aqueles obtidos no Havaí e em outros locais dos Estados Unidos para *Trichopoda pennipes* Berthold, 1827 (Diptera: Tachinidae) (MITCHELL; MAU, 1971; TODD; LEWIS, 1976) e no Brasil para *Trichopoda giacomellii* (Blanchard, 1866) em adultos de *N. viridula* (CORRÊA-FERREIRA, 1984). Segundo esses autores tal fato deve-se à liberação de um feromônio pelos percevejos machos, substância altamente atrativa também para as fêmeas de taquinídeos.

## Conclusão

Moscas da família Tachinidae são os parasitoides mais frequentes em adultos de *Dichelops melacanthus*, sendo um ovo por percevejo e o tórax como a densidade e o local de maior preferência na deposição dos ovos no corpo hospedeiro.

Para a avaliação real do índice de parasitismo por taquinídeos em percevejos, é necessária a observação externa e interna da presença do parasitoide no corpo hospedeiro.

## Referências

AGOSTINETTO, A.; PANIZZI, A. R. Moscas parasitas (Tachinidae) do percevejo barriga-verde *Dichelops furcatus* (F.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 26., CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENTOMOLOGIA, 9., Maceió, 2016. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 314.

BIANCO, R. Manejo de pragas do milho em plantio direto. In: REUNIÕES ITINERANTES DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 11., Aguai, 2005. **Anais...** Aguai: Instituto Biológico, 2005. Disponível em: [http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XI\\_RIFIB/bianco.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XI_RIFIB/bianco.PDF). Acesso em: 27 abr. 2017.

BUENO, A. de F.; SOSA-GOMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R.C.O. de F. Inimigos naturais das pragas de soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds.). **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 493-629.

BUSCHMAN L.L.; WHITCOMB, W.H. Parasites of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) and other Hemiptera in Florida. **Florida Entomologist**, v. 63, p. 154-162, 1980.

CHOCOROSQUI, V.R. **Bioecologia de *Dichelops (Diceraeus) melacanthus* (Dallas, 1851) (Homoptera: Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no norte do Paraná**. 2001. 160f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. Incidência do parasitoide *Eutrichopodopsis nitens* Blanchard, 1966 em populações do percevejo verde *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 13, p. 321- 330, 1984.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PEREIRA, H.C.R.; AZEVEDO, J. Ocorrência natural do parasitismo em adultos do percevejo *Dichelops melacanthus* (Dallas), em diferentes sistemas de produção. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9., 2005, Recife. **Anais...** Recife, 2005. p.135.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALEXANDRE, T.M.; PELLIZARO, E.C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A. de F. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 16p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 78).

HARRIS V.E.; TODD, J.W. Longevity and reproduction of the southern green stink bug, *Nezara viridula*, as affected by parasitization by *Trichopoda pennipes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 31, p. 409-412, 1982.

LA PORTA, N.C. Aspectos biológicos de *Trichopoda giacomellii* (Blanchard) Guimarães, 1971 (Diptera: Tachinidae), parasitoide de *Nezara viridula* (L.) 1758 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 44, p. 433-439, 1987.

LILJESTHRÖM, G. Algunas consideraciones sobre la dinámica poblacional de *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) e interacciones con *Trichopoda giacomellii* (Blanchard, 1966) (Diptera: Tachinidae). **Neotropica**, v. 27, p. 11-16, 1981.

LILJESTHRÖM, G. **Contribución al estudio sistemático y ecológico de dípteros taquinideos neotropicales**. 1980. Tese (Mestrado) – Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires.

MENEZES, E.B.; HERZOG, D.C.; D'ALMADA, P.J.D. A Study of parasitism of the southern green stink bug, *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae), by *Trichopoda pennipes* (F.) (Diptera: Tachinidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 29-35, 1985.

MITCHELL, W.C.; MAU, R.F.L. Response of the female southern green stink bug and this parasite *Trichopoda pennipes*, to male stink bug pheromones. **Journal of Economic Entomology**, v. 64, p. 856-859, 1971.

NUNES, M.C.; CORREA-FERREIRA, B.S.; UGUCCIONI, L.D.

Levantamento do complexo de parasitoides em adultos de percevejos da soja (Heteroptera: Pentatomidae). In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLOGICO, 6., 1998, Rio de Janeiro. **Anais:** sessões de pôsteres. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998. p.63

PANIZZI, A.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Dynamics in the insect fauna adaptation to soybean in the tropics. **Trends in Entomology**, v. 1, p. 71-88, 1997.

SANDS; D.P.A.; COOMBS, M.T. Evaluation of the argentinian parasitoid, *Trichopoda giacomellii* (Diptera: Tachinidae), for biological control of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) in Australia. **Biological Control**, v. 15, p. 19-24, 1999.

TODD, J.W.; LEWIS, W.J. Incidence and ovoposition pattern of *Trichopoda pennipes* (F.), a parasite of the southern green stink bug *Nezara viridula* (L.) **Journal of Georgia Entomological Society**, v. 11, p. 50-54, 1976.

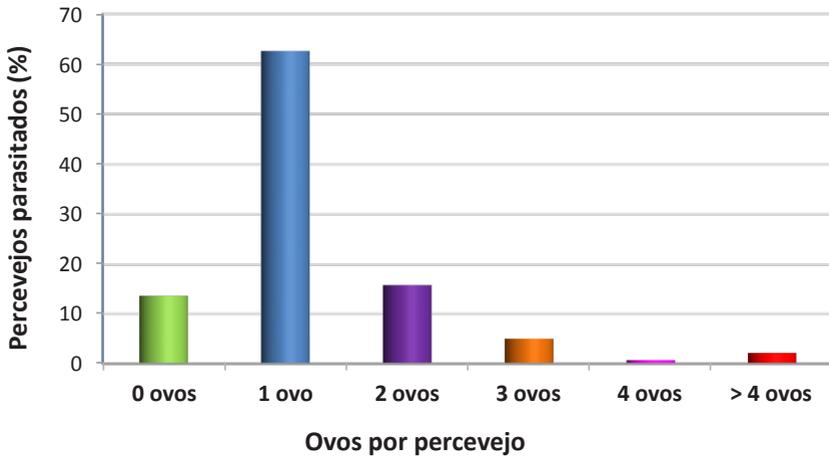


Figura 1. Percentual de percevejos *Dichelops melacanthus* parasitados por taquinídeos com diferentes densidades de ovos depositados na superfície do corpo hospedeiro, coletados em milho na safra de 2016, em Londrina, PR.

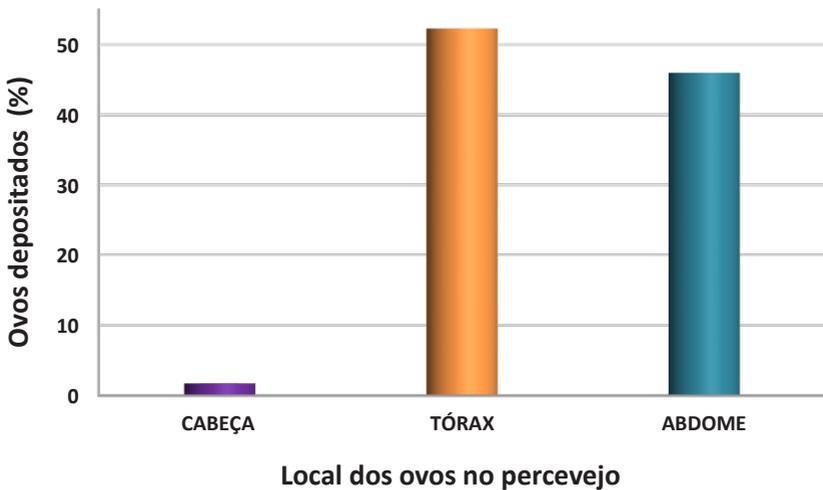


Figura 2. Localização dos ovos de parasitoides taquinídeos depositados no corpo hospedeiro, em adultos de *Dichelops melacanthus* coletados em milho na safra de 2016, em Londrina, PR.

**Preferência hospedeira do parasitoide *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) entre ovos de *Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros* e *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae)**

COSTA, C.O.<sup>1</sup>; QUEIROZ, A.P.<sup>2</sup>; TAGUTI, E.A.<sup>3</sup>; GRANDE, M.L.M.<sup>4</sup>; BUENO, A. de F.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>UNIFIL, Bolsista Embrapa, Londrina, PR, cintiacosta12@live.com; <sup>2</sup>Doutoranda, Universidade Federal do Paraná; <sup>3</sup>Mestranda, Universidade Federal do Paraná, <sup>4</sup>Doutoranda, Universidade Estadual de Londrina; <sup>5</sup> Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR

## **Introdução**

Os percevejos são um dos grupos mais importantes de insetos que atacam a soja em alguns países da América do Sul. Destacam-se pela alimentação direta das vagens, que afetam seriamente os rendimentos das culturas, reduzindo substancialmente a qualidade fisiológica e sanitária das sementes (CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002). Neste grupo, o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), é a espécie mais importante e abundante (PANIZZI;

CORRÊA-FERREIRA, 1997). Mais recentemente, o percevejo verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) tem aumentado em importância nos campos de soja no final da safra (verão), afetando seriamente as plantas de milho no inverno, semeadas imediatamente após a colheita da soja (BUENO et al., 2015).

A principal estratégia de controle utilizada para esses insetos-praga é pela aplicação de inseticidas (VAN LENTEREN; BUENO 2003), que são frequentemente usados em excesso (BUENO et al., 2011). Embora o controle químico seja uma ferramenta importante na agricultura, seu uso abusivo pode ter consequências indesejáveis, como a rápida seleção de insetos resistentes ou a eliminação de parasitoides e predadores, o que causa desequilíbrio biológico no ambiente e consequentemente o aumento de outras espécies de pragas que estavam anteriormente sob controle (pragas secundárias) (SOSA-GÓMEZ; SILVA 2010). Portanto, o uso do controle biológico está se tornando mais importante como uma medida mais sustentável para manejo de pragas (VAN LENTEREN et al., 2017). Entre os inimigos naturais utilizados no controle biológico aumentativo, o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) apresenta bom desempenho como agente de controle de ovos de *E. heros* após liberações inundativas em aproximadamente 0,03 milhões de ha na América do Sul (VAN LENTEREN et al., 2017).

*Telenomus podisi* pode ser criado em laboratório em ovos de *E. heros* para liberação em campos de soja (PERES; CORRÊA-FERREIRA 2004). No entanto, pouco se sabe sobre como as espécies hospedeiras podem influenciar as decisões de oviposição das fêmeas de *T. podisi*. Em situações de campo, é provável que *T. podisi* encontre os ovos de uma espécie hospedeira antes dos ovos de outro devido a diferenças temporais ou espaciais nas atividades de oviposição dos hospedeiros. *Telenomus podisi* é conhecido por parasitar ovos de muitas espécies diferentes de percevejos (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI 1995). Em geral, os parasitoides de ovos detectam a adequação do hospedeiro através do tamanho e forma de ovo, características do corion e pela

superfície do ovo (ZHOU et al., 2014). Essa avaliação fornece-lhes as informações necessárias para determinar a atividade de oviposição e a alocação de ovos em espécies-alvo ou até mesmo aceitar as não-alvo (MANSFIELD; MILLS 2004). Portanto, é de interesse teórico e prático compreender as preferências do parasitoide pelo hospedeiro. A diversidade de espécies de percevejos pode interferir no desempenho de um parasitoide na supressão de uma praga alvo, devido à maior disponibilidade de ovos (SIQUEIRA et al., 2012). Portanto, este estudo teve como objetivo determinar a preferência do hospedeiro de *T. podisi*, oferecendo os ovos de três espécies diferentes de percevejos: *D. melacanthus* e *E. heros* e uma espécie não-alvo, o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas), a fim de fornecer informações que ajudarão a compreender o desempenho dos parasitoides.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de parasitoides da Embrapa Soja, situado em Londrina, Paraná, em condições  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14/10 h (C/E). Os ovos das três espécies, *D. melacanthus*, *E. heros* e *P. nigrispinus*, todos procedentes das colônias de criação da Embrapa Soja. Foram realizados três experimentos independentes para estudar a preferência do hospedeiro de *T. podisi* entre *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* (bioensaio 1), entre *E. heros* e *D. melacanthus* (bioensaio 2) e entre *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* (bioensaio 3). Foi realizado um bioensaio único (bioensaio 4) para avaliar o tamanho de ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*.

No bioensaio 1 foi realizado o teste de múltipla chance escolha, utilizando a metodologia proposta por Thuller et. al (2007); com esta finalidade foram confeccionadas garrafas de polietileno transparentes, com dimensões de 4cm de altura e 2 cm de diâmetro; seis microtubos de plástico de 1,5mL foram dispostos no interior da garrafa (Figura 1A). Para este experimento, foram utilizadas cartolinas (2,5 cm x 5 cm) colados aproximadamente 40 ovos de *D. melacanthus*, 40 ovos de *E. heros* e 40 ovos de *P. nigrispinus* por cartela. A distribuição foi feita para que os tubos das extremidades contivessem cartelas com o mes-

mo hospedeiro, colocando-se o hospedeiro na mesma arena, liberando-se seis fêmeas de *T. podisi*.

Nos bioensaios 2 e 3 foram realizados testes de preferência com dupla escolha. Também foi utilizado arenas adaptados de Thuller et. al (2007), compostas por garrafas transparentes de polietileno contendo quatro microtubos dispostos equidistante (Figura 1B). Para o bioensaio 2, foram utilizados dois tubos Duram, contendo cartolina (2,5 cm x 5 cm), com aproximadamente 40 ovos de *D. melacanthus* e outros dois tubos contendo 40 ovos de *E. heros*. No bioensaio 3, foram utilizados também dois tubos com 40 ovos de *D. melacanthus* e outros dois tubos contendo aproximadamente 40 ovos de *P. nigrispinus*. As cartelas foram colocadas nos microtubos, sendo utilizadas duas extremidades da arena com ovos de um hospedeiro, e as outras duas extremidades com ovos de outro hospedeiro. As cartelas foram expostas por 24 horas ao parasitismo por quatro fêmeas do parasitoide liberadas em cada arena, através do furo superior da tampa. Foram estabelecidos 2 tratamentos com 15 repetições: *D. melacanthus* x *E. heros*, *D. melacanthus* x *P. nigrispinus*. Os parâmetros avaliados nos bioensaios foram número de ovos parasitados e distribuição de parasitismo.

Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise exploratória para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA (BURR; FOSTER, 1972). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS (SAS INSTITUTE, 2009).

No bioensaio 4 foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) e 10 repetições. Para cada ovo foram avaliados a sua largura e comprimento, e para aferição desses parâmetros, primeiramente os ovos foram fotografados com o auxílio de um microscópio estereoscópico (Leica Application Suite - Version 1.6.0). Após este procedimento, os ovos foram medidos utilizando-se o programa Image J - Version 1.47.

## Resultados e Discussão

No experimento de múltipla chance de escolha (bioensaio 1), *T. podisi* parasitou consistentemente mais *D. melacanthus* (30,8 ovos) e *P. nigrispinus* (23,7 ovos). O menor parasitismo foi observado em ovos de *E. heros* (número médio de 11,8 ovos) (Tabela 1). A distribuição do parasitismo foi de 45,5%, 36,6% e 17,9% do número total de ovos parasitados para *D. melacanthus*, *P. nigrispinus* e *E. heros*, respectivamente (Tabela 1).

Com relação aos experimentos com dupla chance de escolha (bioensaios 2 e 3), *T. podisi* apresentou preferência por ovos de *D. melacanthus* quando comparado com ovos de *E. heros* e *P. nigrispinus* (Tabela 1). A distribuição do parasitismo entre os ovos de *E. heros* e *D. melacanthus* foi de 34,7% e 65,3%, respectivamente (Tabela 1). Quando a preferência do hospedeiro foi comparada entre os ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*, a distribuição do parasitismo foi de 59,6% e 40,4%, respectivamente (Tabela 1). Em geral, *T. podisi* preferiu consistentemente parasitar os ovos de *D. melacanthus* que os ovos de *E. heros* e *P. nigrispinus*. Isto pode ser devido à maior dimensão do ovo de *D. melacanthus* e sua relação com um melhor valor nutricional da espécie hospedeira.

O tamanho dos ovos diferiu entre os hospedeiros (Tabela 2). *D. melacanthus* apresentou o maior ovo entre as espécies estudadas (Tabela 2). A largura dos ovos foi maior em *D. melacanthus* (0,82 mm) e *E. heros* (0,83 mm) em comparação com *P. nigrispinus* (0,76 mm). Da mesma forma, o comprimento do ovo foi maior em *D. melacanthus* (0,98 mm) seguido por *E. heros* (0,91 mm) e *P. nigrispinus* (0,86 mm) (Tabela 2).

## Conclusão

*Telenomus podisi* tem preferência por ovos de *D. melacanthus* e também ovos de *P. nigrispinus* em relação a *E. heros*. O hospedeiro utilizado na criação de laboratório não afetou a decisão das fêmeas de *T. podisi*. Assim, esta espécie de parasitoide pode ser criada por su-

cessivas gerações em ovos de *E. heros* sem afetar sua capacidade de parasitismo de outras espécies de insetos-praga no campo.

## Referências

BUENO, A. de F.; BATISTELA, M. J.; BUENO, R. C. O. de F.; FRANCANETO, J. de B.; NISHIKAWA, M. A. N.; LIBÉRIO FILHO, A. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, n. 7, p. 937-945, jul. 2011.

BUENO, A. de F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; BIANCO, R. Silenciosos e daninhos. **Cultivar: grandes culturas**, v. 16, n. 196, p. 25-27, 2015.

BURR, I. W.; FOSTER, L. A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: Purdue University, 1972. 26 p. (Mimeo series, 282).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. de. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, p. 145-150, 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**, v.5, p.196-202, 1995.

MANSFIELD, S.; MILLS, N. J. A comparison of methodologies for the assessment of host preference of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. **Biological Control**, v. 29, p. 332-340, 2004.

PANIZZI, A.R.; CORREA-FERREIRA, B.S. Dynamics in the insect fauna adaptation to soybean in the tropics. **Trends in Entomology**, v.1, p.71-88, 1997.

PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basalisi* (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 457-462, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, p. 591-611, 1965.

SIQUEIRA, J. R., BUENO, R. C. O. de F., BUENO, A. de F., VIEIRA, S. S. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1-5, 2012.

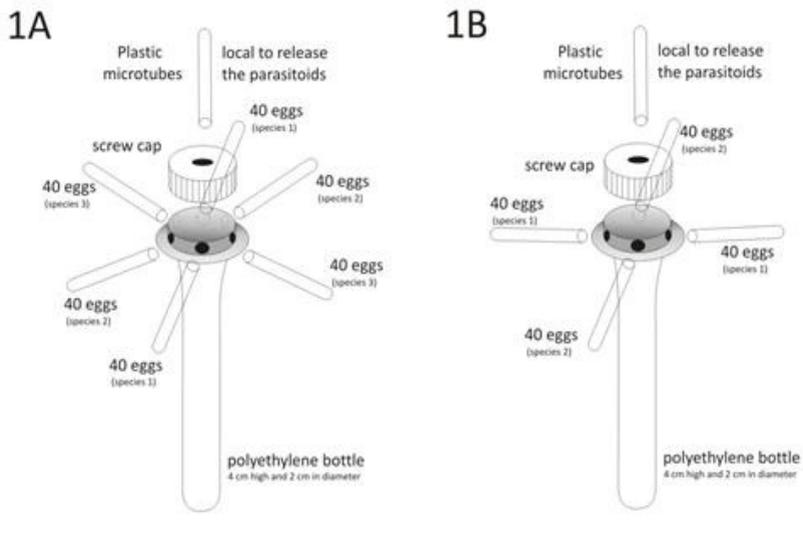
SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. da Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 7, p. 767-769, 2010.

THULER, R. T., VOLPE, H. X. L., BORTOLI, S. A., GOULART, R. M., VIANA, C. L. T. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v.33, p. 333-340, 2007.

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KOHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 62, p. 1-25, 2017.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, v. 48, p. 123-139, 2003.

ZHOU, Y.; ABRAM, P. K.; BOIVIN, G.; BRODEUR, J. Increasing host age does not have the expected negative effects on the fitness parameters of an egg parasitoid. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 151, p. 106-111, 2014.



**Figura 1.** Arenas adaptadas de Thuler et al. (2007) utilizadas no teste de preferência do hospedeiro do parasitoide *T. podisi*. **(1A)** Arena usada para testar a preferência de hospedeira do parasitoide entre as três espécies hospedeiras. **(1B)** Arena usada para testar a preferência de hospedeiro do parasitoide entre as espécies de 2 hospedeiros.

**Tabela 1.** Número médio de ovos parasitados por *Telenomus podisi*, seguidos pela distribuição do parasitismo% (porcentagem de parasitismo em cada hospedeiro) em cada bioensaio de preferência de parasitismo. Temperatura  $25 \pm 2^\circ \text{C}$ , humidade relativa de  $80 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14/10 h (claro / escuro).

Hospedeiro	Número de ovos parasitados <sup>1</sup> $\pm$ SE (% de parasitismo)		
	Bioensaio 1 (D x E x P)	Bioensaio 2 (D x E)	Bioensaio 3 (D x P)
<i>D. melacanthus</i>	30,8 $\pm$ 3,8 a <sup>2</sup> (45.5)	16,5 $\pm$ 1,6 a <sup>3</sup> (65.3)	27,9 $\pm$ 2,8 a <sup>2</sup> (59.6)
<i>E. heros</i>	11,8 $\pm$ 2,0 b (17.9)	8,6 $\pm$ 1,4 b (34.7)	-
<i>P. nigrispinus</i>	23,7 $\pm$ 3,6 a (36.6)	-	19,5 $\pm$ 3,1 b (40.4)
CV (%)	27,85	26,39	24,10
p	0,0008	0,0011	0,0404
F	8,88	13,31	4,65
dftotal	35	29	27

<sup>1</sup>Médias  $\pm$  Erro Padrão (SE) seguido pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (Teste de Tukey a 5% de probabilidade). <sup>2</sup>Médias seguida por estatísticas realizadas em dados transformados de  $\sqrt{X+0.5}$ . <sup>3</sup>Médias seguida por estatísticas realizadas em dados transformados  $\sqrt{X}$ .

- Hospedeiro não comparado.

**Tabela 2.** Tamanho do ovo de diferentes hospedeiros (*Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros* e *Podisus nigrispinus*) testados nos bioensaios de preferência de parasitismo.

Hospedeiro	Tamanho do ovo (milímetros) <sup>1</sup>	
	Largura <sup>1</sup>	Comprimento <sup>1</sup>
<i>E. heros</i>	0,83 $\pm$ 0,01 a	0,91 $\pm$ 0,01 b
<i>D. melacanthus</i>	0,82 $\pm$ 0,01 a	0,98 $\pm$ 0,01 a
<i>P. nigrispinus</i>	0,76 $\pm$ 0,01 b	0,86 $\pm$ 0,01 c
CV (%)	3,08	2,56
P	<0,0001	<0,0001
F	19,81	57,39
df <sub>total</sub>	29	28

<sup>1</sup>Médias  $\pm$  Erro Padrão (SE) seguido pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (Teste de Tukey a 5% de probabilidade).

# **Biologia de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) submetidos a diferentes temperaturas**

PINTO, D. B. B.<sup>1</sup>; TAGUTI, E. A.<sup>2</sup>; BUENO, A. de F.<sup>3</sup>; FAVETTI, B. M.<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>UNIFIL, Bolsista Embrapa, Londrina, PR, deborabbp@hotmail.com; <sup>2</sup> Mestranda, Universidade Federal do Paraná (UFPR); <sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Soja; <sup>4</sup>Pós-doutoranda, Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

## **Introdução**

O percevejo *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera, Pentatomidae), conhecido popularmente como barriga-verde, tem sido encontrado com frequência na cultura da soja, desde a década de 70 (PANIZZI et al., 1977) e, mais recentemente, em culturas como o milho (safrinha). Para o controle de insetos-praga em grandes culturas, o método mais utilizado é o controle químico. No entanto, seu uso abusivo e sem critérios técnicos vem desencadeando problemas como resistência dos insetos aos inseticidas utilizados, contaminação ao meio ambiente, redução da fauna benéfica, riscos à saúde humana, além de acarretar um aumento nos custos da produção (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012).

O controle biológico vem crescendo em todo o mundo por ser uma forma mais sustentável de controle de pragas (van LENTEREN et al., 2017). No controle biológico aumentativo, os parasitoides de ovos são uns dos principais inimigos naturais utilizados no manejo dos percevejos da família Pentatomidae, uma vez que eliminam a praga antes mesmo de ocorrer o dano (UNDERHILL 1934; HOKYO et al., 1966; BUSCHMAN; WHITCOMB, 1980). Das espécies disponíveis para liberações em campo, *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae), atua como regulador populacional de diversas espécies de percevejos, incluindo *D. melacanthus* (MEDEIROS et al., 1997; PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000).

A eficiência de *T. podisi* em campo pode ser afetada pelas condições bióticas e abióticas. Entre as abióticas, a temperatura é uma das mais importantes, uma vez que influencia o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução dos insetos (CHAPMAN, 1998). Levando em consideração a importância de *T. podisi* no controle de percevejos do sistema soja-milho, existem poucos trabalhos na literatura elucidando o comportamento biológico deste parasitoide quando submetido a diferentes condições de temperatura. Portanto, objetivou-se nesse trabalho avaliar a biologia de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C e 30°C.

## Material e Métodos

Os insetos utilizados no experimento foram provenientes da criação estoque do Laboratório de Entomologia da Embrapa Soja, mantidos em condições controladas de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa (UR) de  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 horas.

### Criação do percevejo *Dichelops melacanthus*

Os adultos de *D. melacanthus* foram mantidos em caixas de plástico (20 x 20 x 25 cm), forradas com papel filtro e colocado um pedaço de tecido (algodão cru), para servir de substrato de postura para os percevejos. Para a alimentação dos adultos, ofereceram-se vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.), sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e

frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Ainton), renovada a cada 48 h e, as posturas, retiradas diariamente. Os ovos foram colocados em placas de Petri forradas com papel filtro e acondicionadas em câmara climatizada (T:  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , U.R.:  $70 \pm 10\%$ , fotoperíodo: 14 h) até a emergência das ninfas.

As ninfas de 1º instar foram mantidas somente com água destilada. A partir do 2º instar, os percevejos foram transferidos para recipientes plásticos contendo o mesmo alimento descrito anteriormente para adultos até atingirem a fase adulta. Posteriormente, foram transferidos para caixas plásticas iniciando novamente todo o processo de criação descrito.

### **Criação e manutenção de *Telenomus podisi***

O parasitoide *T. podisi* foi multiplicado em ovos de *Euschistus heros* F. (Hemiptera: Pentatomidae). Para a obtenção dos ovos e criação do hospedeiro *E. heros* a metodologia utilizada foi a mesma descrita acima para *D. melacanthus*.

Os ovos de *E. heros* foram colocados em pedaços de cartolina azul (8 x 2 cm) empregando goma arábica diluída em água (50%). Posteriormente foram colocados em tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm) e então oferecidos aos adultos de *T. podisi*. Na parte interior dos tubos de vidro, com o auxílio de um pincel, foram depositadas gotículas de mel puro para a alimentação dos adultos de *T. podisi*. Em seguida, os tubos foram fechados na parte superior com filme plástico, colocados em grades metálicas e mantidos em câmara climatizada (T:  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR:  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo: 14 h) para o desenvolvimento dos parasitoides.

### **Características biológicas de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* em diferentes temperaturas**

Fêmeas com 24 horas de idade foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5cm) e, oferecidos 40 ovos de *D. melacanthus*, com no máximo 48 horas de idade, para cada fêmea do parasitoide. Como fonte de alimento foi depositada uma gotícula de mel

puro na parede interna do tubo de vidro. O parasitismo foi permitido por 24 horas em câmaras climatizadas (temperatura  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 horas). Após este período, os parasitoides foram retirados dos tubos e os ovos transferidos para câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas de  $15^\circ\text{C}$ ,  $20^\circ\text{C}$ ,  $25^\circ\text{C}$  e  $30^\circ\text{C}$  (UR:  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 horas).

Foram observados os seguintes parâmetros biológicos: duração do desenvolvimento (ovo-adulto), porcentagem de emergência (viabilidade) e razão sexual [ $r_s = \text{fêmea}/(\text{fêmea} + \text{macho})$ ]. Para a determinação da duração do tempo de desenvolvimento (ovo-adulto), foram realizadas observações diárias da emergência de *T. pretiosum*. A avaliação da emergência foi realizada sob microscópio estereoscópico, contando-se os ovos do hospedeiro que apresentavam orifício de saída dos adultos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (temperaturas) e 20 repetições cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e, as médias, comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

Todas as temperaturas influenciaram o desenvolvimento do parasitoide *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus*. O tempo de desenvolvimento diminuiu à medida que a temperatura aumentava, sendo que o menor valor foi observado quando o parasitoide foi mantido a  $30^\circ\text{C}$  (10,8 dias) e maior a  $15^\circ\text{C}$  (58,8 dias). A emergência de *T. podisi* foi acima de 80% apenas nas temperaturas de  $20^\circ\text{C}$  e  $25^\circ\text{C}$ , sendo maior a  $20^\circ\text{C}$  (97,4%) e menor a  $15^\circ\text{C}$  (27,5%). A razão sexual do parasitoide mantido em ovos de *D. melacanthus* foi acima de 0,50 em todos os tratamentos sendo o maior valor encontrado quando os mesmos foram submetidos à temperatura de  $15^\circ\text{C}$  (0,90), e os menores valores a  $25^\circ\text{C}$  (0,50) e  $30^\circ\text{C}$  (0,57) (Tabela 1).

Os resultados apresentados no presente estudo são importantes para o entendimento do comportamento biológico de *T. podisi* mantido em ovos de um percevejo que vem causando preocupação no sistema soja-

-milho. Os menores valores de tempo de desenvolvimento do parasitoide quando submetidos as temperaturas de 25°C e 30°C, favorecem a menor exposição dos ovos parasitados, evitando um possível contato prolongado com predadores e pulverização de defensivos, o que diminuiria a eficiência dos parasitoides em condições de campo (SILVA et al., 2016). Em caso de liberação em regiões mais frias (15°C), seriam necessárias liberações antecipadas e com frequência maior, pelo fato do desenvolvimento ovo-adulto ser prolongado e emergência menor. Enquanto que, em regiões mais quentes (como no norte do Paraná) entre 25°C a 30°C, o tempo de desenvolvimento mais curto e maior emergência de *T. podisi* poderia ser mais vantajoso para o controle do percevejo *D. melacanthus*. A razão sexual do parasitoide variou de acordo com a temperatura. Como *T. podisi* é uma espécie de parasitoide de ovos caracterizada por apresentar alta progênie de fêmeas (JAMES, 1988; CORRÊA-FERREIRA, 1993) e são elas que parasitam os ovos, os maiores valores são favoráveis para continuidade do controle nas próximas gerações.

Os resultados encontrados podem contribuir para a previsão do número de gerações deste parasitoide nas diferentes temperaturas propostas, favorecendo a melhoria da qualidade dos insetos produzidos em condições de laboratório, como também compreendendo os fatores que afetam a dinâmica das populações desses insetos após as liberações no campo (SILVA et al., 2016).

De maneira geral, o parasitoide *T. podisi* se desenvolveu em ovos de *D. melacanthus* e com isso, pode ser considerado um promissor agente de controle biológico deste percevejo que vem se destacando no sistema agrícola envolvendo as culturas de milho e soja, favorecendo a sustentabilidade do agroecossistema e possivelmente auxiliando na redução dos custos de produção.

## Conclusão

Conclui-se que as temperaturas de 20°C e 25°C foram as que mais favoreceram o desenvolvimento biológico de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus*.

## Referências

CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. 4 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 770p.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basalís* (Wollaston) no controle de percevejos**. Londrina: Embrapa Soja, 1993. 40 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 11).

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 859 p.

JAMES, D. G. Fecundity, longevity and overwintering of *Trissolcus biproruli* Girault (Hymenoptera: Scelionidae) a parasitoid of *Biprorulus bibax* Breddin (Hemiptera: Pentatomidae). **Australian Journal Entomology**, v. 27, p. 297-301, 1988.

LENTEREN, J. C. van; BOLCKMANS, K.; KOHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, p. 1-21, 2017. DOI:10.1007/s10526-017-9801-4.

MEDEIROS, M. A.; SCHIMIDT, F. V. G.; LOIÁCONO, M. S.; CARVALHO, V. F.; BORGES, M. Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, p. 397-401, 1997.

PANIZZI, A. R.; DUO, L. J. S.; BORTOLATO, N. M.; SIGUEIRA, F. Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 484-488, 2007.

SILVA, C. B. S. da; MORELLI, R.; PARRA, J. R. P. Effects of self-superparasitism and temperature on biological traits of two neotropical *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species. **Journal of Economic Entomology**, v. 109, p. 1555-1563, 2016.

UNDERHILL, G. W. The green stinkbug. **Virginia Agriculture Experiment Station Bulletin**, v. 294, p. 26, 1934.

**Tabela 1.** Biologia de *T. podisi* em ovos de *D. melacanthus* em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Ovo-adulto (dias) <sup>1,2</sup>	Emergência (%) <sup>1,3</sup>	Razão Sexual <sup>1</sup>
15	58,8 ± 0,8 a	27,5 ± 3,2 c	0,90 ± 0,05 a
20	22,1 ± 0,1 b	97,4 ± 1,2 a	0,71 ± 0,06 ab
25	12,6 ± 0,2 c	80,5 ± 6,6 b	0,50 ± 0,05 b
30	10,8 ± 0,3 d	69,7 ± 6,8 b	0,57 ± 0,05 b
CV (%)	2,12	17,69	20,47
P	<0,0001	<0,0001	0,0002
GI	24	24	23
F	2727,13	29,33	10,44

<sup>1</sup>Médias ± EPM seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (Teste de Tukey,  $P > 0,05$ ).<sup>2</sup>Médias originais seguidas pela estatística realizada nos dados transformados em  $\sqrt{X}$ .

<sup>3</sup>Médias originais seguidas pela estatística realizada nos dados transformados em arcoseno  $\sqrt{X/100}$ .

.<sup>ns</sup>ANOVA não significativa.

# **Efeito do genótipo e da construção gênica na eficiência de transformação de soja via *Agrobacterium tumefaciens***

ANDREATA, E.C.<sup>1</sup>; MOLINARI, M.D.C.<sup>2</sup>; MARIN, S.R.R.<sup>3</sup>; BARBOSA, D.A.<sup>2</sup>; QUEIROZ, A.A.<sup>1</sup>; FUGANTI-PAGLIARINI, R.<sup>4</sup>; FARIAS, J.R.B.<sup>5</sup>; NEUMAIER, N.<sup>5</sup>; NEPOMUCENO, A.L.<sup>5</sup>; MERTZ-HENNING, L.M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>UNOPAR, Bolsista Embrapa, Londrina, PR, elizandra.andreata@hotmail.com; <sup>2</sup>UEL, Bolsista CAPES;

<sup>3</sup>Analista, Embrapa Soja; <sup>4</sup>Pós-Doutoranda, Embrapa Soja; <sup>5</sup>Pesquisador, Embrapa Soja

## **Introdução**

O melhoramento genético de plantas está relacionado à criação de variabilidade, seleção de genótipos com características desejáveis e a realização de testes para avaliação de genótipos superiores. Na busca de cultivares com características agronômicas, fisiológicas e metabólicas de interesse agrônomo, a transformação genética via *Agrobacterium* possibilita a transferência de genes isolados de qualquer organismo para espécies vegetais, proporcionando a quebra da barreira sexual entre diferentes espécies, de forma a gerar variabilidade genética não disponível pelos métodos de melhoramento convencionais (JONES; CASSELLS, 1995).

*Agrobacterium tumefaciens* é uma bactéria fitopatogênica proveniente do solo, tipo bacilo aeróbico gram-negativo, da família *Rhizobiaceae*. A bactéria possui um plasmídeo (DNA extracromossômico, chamado plasmídeo Ti), o qual possui a habilidade de transferir parte de seu DNA para a célula vegetal que está infectando. Esse plasmídeo possui duas regiões de extrema importância, sendo elas: T-DNA (*Transferred DNA*), onde se situam os oncogenes, sendo a única parte transferida do plasmídeo à célula vegetal, e a região *vir* (região de virulência ativada pela presença de compostos fenólicos e moléculas sinalizadoras), fundamental para a transferência do T-DNA (WANG et al. 1984). Os genes introduzidos codificam enzimas interligadas às sínteses de opinas e fitohormônios que induzem uma mutação celular na planta e a sobrevivência da bactéria, ocorrendo a formação de tumores, caracterizados como a doença da galha da coroa ou *crowngall* (NAM et al. 1999; TINLAND, 1996). Pelo seu mecanismo de ação, é muito utilizada em programas de melhoramento genético, onde há a substituição dos genes constituintes do T-DNA e a introdução de um gene exógeno de interesse de forma que a mesma possa transferi-la biologicamente acultura específica.

A transformação via *Agrobacterium* destaca-se como uma metodologia que permite a inserção de uma ou poucas cópias do transgene no DNA da planta hospedeira (BRASILEIRO, 1995), diminuindo a inserção de duplicatas, fator que pode resultar em desarranjos cromossômicos no genoma, como o silenciamento gênico (MENG et al., 2006; SCHUBERT et al., 2004). Alguns fatores podem eventualmente intervir na eficiência da transformação, sendo relacionados ao genótipo da planta, tipo de tecido transformado (BACHCHU et al., 2011; DUTT et al., 2012; KHAN et al., 2012), vigor dos explantes, estirpe da bactéria (DUTT; GROSSER, 2009; CHETTY et al., 2013), cultivar (MUNIZ et al., 2012), construção gênica (MIYATA et al., 2012; PORTO et al., 2014; MORAES, 2015), sistemas de seleção, cultivo e vetor utilizado.

O objetivo deste estudo foi analisar os fatores genótipo e gene empregado, relacionados à eficiência da obtenção de plantas de soja geneticamente modificadas.

## Material e Métodos

Os plasmídeos foram produzidos pelo Centro Internacional Japonês de Pesquisa de Ciências Agrícolas (*Japan International Research Center for Agricultural Science* - JIRCAS) e transferidos para a Embrapa Soja. Foram utilizados, no processo de transformação, seis plasmídeos contendo os genes: AtGols2; AtNCED3; NFYC10; AtArebFL; GmDREB2A(FL); GmDREB2A(CA), todos sob o controle do promotor constitutivo CaMV 35S e contendo a presença da região terminadora poly A. Outro elemento importante e de função específica presente nas construções é o gene marcador de seleção BAR que codifica a enzima fosfinotricina acetil transferase e confere às plantas transformadas resistência ao herbicida glufosinato de amônio.

Para o processo de transformação, foi preparado um inóculo preliminar, a partir de uma colônia de *Agrobacterium tumefaciens* cepa EHA105, contendo o cassete que possui o gene de interesse e as regiões necessárias para inserção, transcrição e tradução na planta. As etapas da transformação foram realizadas com os genótipos BRS 388 e BRS 282, segundo o protocolo de Paz et al. (2006) com modificações, sendo estas as concentrações de reagentes utilizados nos meios de cultivo: CCM I- (*Co-Cultivation Medium*), líquido e sólido com os mesmos reagentes (exceto pela presença de 4g/L de ágar no meio sólido) composto por Gamborg B5 Basal (Medium1/10X) 0,32g/L; Vitamina B5 (1/10X) 1ml/L; sacarose 30 g/L; MES ou MOPS (2-N-Morfolino) 4,26 g/L; pH 5,4; suplementado com GA (ácido giberélico 1mg/mL) 250 $\mu$ L; BAP (benzilaminopurina) 334 $\mu$ L; L-CYS (cisteína 100gm/mL) 4mL; DTT (ditiotrietol, 1M) 1mL; STS (Tiosulfato de sódio, 1M) 1ml; Acetoseríngona (1M) 200 $\mu$ L; Silwet L-77 200 $\mu$ L. GM (*Germination Medium*) composto por Gamborg B5 Basal Medium (3,2g/L); Vitamina B5 1X(1ml); sacarose 30 g/L; MES ou MOPS 0,64 g/L; phytaagar 6,5 g/L, PPM 500 $\mu$ l; pH 5,6. SIM 1- (*Shootinductio Medium*), que possui meio de seleção presente (composto por Gamborg B5 Basal Medium 1X(3,2g/L); vitamina B5 1X(1mL);sacarose 30 g/L; MES 0,64 g/L ; phytaagar 7 g/L, pH 5,6 suplementado com BAP(concentração de 5mg/mL) 334 $\mu$ L;pHde 5,6;PPM 500 $\mu$ L e Meropene 2 mg/L (concentração de 12,5mg/mL);

SIM2 - (*ShootinductionMedium*) ,o qual contém a mesma composição do meio SIM1, porém suplementado com o agente seletivo GLU (glufosinato de amônio-10mg/mL) 300 $\mu$ L; SEM-(*ShootElongationMedium*), composto por MS (*MurashigeeSkoog*)4,4g/L; vitamina B5(1x) -1mL; sacarose 30 g/L; MES ou MOPS 0,64 g/L; phytaagar 7 g/L, pH 5,6 e suplementado com GA (ácido giberélico, - 1mg/mL) 500 $\mu$ L, A (aspargina-50mg/mL) 1 mL, P (ácido piroglutâmico) 100mg/L)- 1mL, IAA (ácido indol acético 1mg/mL) -100 $\mu$ L, TZ (trans-zeatina 0,5mg/mL)- 1mL,M (Meropene 12,5mg/mL) -2mL e GLU (glufosinato de amônio10 mg/L)- 600 $\mu$ L,PPM 500 $\mu$ L; RM- (*RootingMedium*) MS 2,2g/mL; vitamina B5 (1X) 1 mL, sacarose 20 g/L;MES ou MOPS 0,64 g/L e phytaagar 7 g/L, pH 5,6, GLU (glufosinato de amônio-10mg/mL) 300 $\mu$ L, 2mL do antibiótico Meropene (12,3mg/mL), IBA (ácido indol butírico,1mg/mL) 1mL, PPM 500 $\mu$ L.

As plantas obtidas por esse processo foram transferidas para casa de vegetação para que se desenvolvessem. Posteriormente, foram coletadas amostras de tecido foliar para extração de DNA e, utilizando o protocolo descrito por Doyle e Doyle (1987), a presença do transgene foi confirmada via reação de polimerização em cadeia (PCR), utilizando primers específicos para cada gene. Após a PCR, os fragmentos foram separados em gel de agarose 1% contendo brometo de etídio e visualizados em fotoiluminador UV. Os dados adquiridos referente à proporção de plantas positivas e negativas foram arquivados no período de 2 anos, sendo posteriormente utilizados neste trabalho.

## Resultados e Discussão

Os genótipos utilizados foram submetidos ao mesmo protocolo de transformação e mesmas condições ambientais. Além disso, os casetes utilizados na transformação eram idênticos, diferindo apenas quanto ao gene de interesse, reduzindo-se assim, a influência de fatores externos na eficiência de transformação. Os transgenes avaliados no estudo representam genes que atuam sobre a tolerância à seca por vias diferentes. Os genótipos foram submetidos à transformação via *Agrobacterium tumefaciens* no período decorrente de dois anos. A média da eficiência de transformação de cada genótipo transformado foi calcula-

da considerando o número de explantes transformados e a quantidade de plantas positivas obtidas (Tabela 1). A eficiência relacionada ao gene foi analisada segundo as porcentagens estabelecidas na eficiência de transformação de cada genótipo (Tabela 2). Foi também considerado o tamanho do gene em pares de bases (pb) e a porcentagem de bases C (citosina) e G (guanina) presentes em cada gene (Figura 1A e 1B).

A cultivar BRS 283 apresentou maior eficiência de transformação para todas as construções gênicas utilizadas em comparação com as transformações utilizando a cultivar BRS 388 RR (Tabela 1). O genótipo utilizado no processo de transformação via *Agrobacterium* exerce grande influência na efetividade da transformação gênica (BACHCHU et al., 2011; DUTT et al., 2012; KHAN et al., 2012). Isso ocorre devido à variabilidade genética da soja que promove diferentes respostas à eficiência de infecção pela *Agrobacterium* e no desenvolvimento e regeneração na cultura in vitro (DROSTE et al., 2002). Diversos trabalhos têm mostrado que a regeneração de soja é genótipo-específica, sendo que a maioria das cultivares permanece recalcitrante à cultura in vitro e à transformação. Sendo assim, não existe um sistema de transformação eficiente para a maior parte das cultivares (HOFMANN et al., 2004; KO et al., 2004; SANTOS, 2012). Isto explica, em parte, a escassez de publicações relacionadas à transformação genética de cultivares comerciais de soja. A transformação genética realizada desta leguminosa apresenta baixos índices de eficiência, sendo os protocolos utilizados geralmente genótipo específico (SOMERS et al., 2003; SANTOS, 2012).

O efeito do genótipo ficou bem evidenciado nos resultados obtidos, onde a cultivar BRS 283 apresentou em geral maior eficiência de transformação em relação a cultivar BRS 388 RR (Tabela 2). Entretanto, não se deve considerar apenas o efeito do genótipo, mas cultivares que possam apresentar características importantes e de fácil transformação. O tipo de construção gênica utilizada também está interligada com o genótipo utilizado, podendo ocorrer uma interferência na eficiência

de transformação (MIYATA et al., 2011; PORTO et al., 2014). Desta forma, considerando o efeito do gene, foi observada variação entre as eficiências de transformação nas diferentes construções gênicas para ambas as cultivares (Tabela 2). No entanto, não foi possível relacionar esse efeito ao tamanho ou composição de bases CG presentes no gene. Uma hipótese a ser investigada é a relação entre a eficiência de transformação e a função do gene. A interação ocorrida entre a cultivar BRS 283 e a construção 35S; AtGols2 foi positiva, apresentando melhor eficiência de transformação (2,31%), enquanto a eficiência encontrada para o mesmo gene na cultivar BRS 388 RR foi reduzida para 0,08%. O mesmo ocorreu com as construções 35S; GmDreb2A (FL) e 35S:NFYC10, que também tiveram eficiência reduzida na cultivar BRS 388 RR. As construções gênicas 35S;GmDREB2A (CA) e 35S:AtNCED3, no entanto, apresentaram melhor eficiência para a cultivar BRS 388 RR. Sobre todos os aspectos apresentados, se evidencia uma efetividade diferente do transgene inserido para cada genótipo, onde o transgene pode estar inter-relacionado com o genótipo utilizado. Sendo assim, o protocolo de transformação via *Agrobacterium tumefaciens* empregado para a cultura da soja deve considerar esses aspectos para melhor otimização da eficiência de transformação.

## Conclusão

A eficiência de transformação foi fortemente influenciada pelo genótipo e pela construção gênica utilizada, porém o tamanho do gene e a composição de CG do gene não parecem ter influência na eficiência de transformação. A cultivar BRS 283 apresentou maior eficiência de transformação comparada à cultivar BRS 388 RR. Entre as construções gênicas utilizadas, a que apresentou melhor eficiência foi a 35S:AtGols2.

## Referências

BACHCHU, M. A. A.; JIN, S. B.; PARK, J. W.; SUN, H. J.; YUN, S. H.; LEE, H. Y.; LEE, D. S.; HONG, Q. C. KIM, Y. W.; RIU, K. Z.; KIM, J. H. *Agrobacterium*-mediated transformation using embryogenic calli in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) cv. Miyagawa wase. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 52, n. 2, p. 170-175, 2011.

BRASILEIRO, A.C.M. Transformação mediada por *Agrobacterium* sp. In: **Métodos de transferência e análise da expressão de genes em plantas**. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1995. Cap. 3. p. 7-22.

CHETTY, V. J.; CEBALLOS, N.; GARCIA, D.; NARVÁEZ-VÁSQUEZ, J. ; LOPEZ, W.; OROZCO-CÁRDENAS, M. L. Evaluation of four *Agrobacterium tumefaciens* strains for the genetic transformation of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar Micro-Tom. **Plant Cell Reports**, v. 32, p. 239-247, 2013.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. A rapid DNA isolation procedure for small amounts of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**, v. 19, p. 11-15, 1987.

DROSTE, A.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Transgenic fertile plants of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] obtained from bombarded embryogenic tissue. **Euphytica**, v. 127, p. 367-376, 2002.

DUTT, M.; ANANTHAKRISHNAN, G.; JAROMIN, M. K.; BRLANSKY, R. H.; GROSSER, J. W. Evaluation of four phloem-specific promoters in vegetative tissues of transgenic citrus plants. **Tree Physiology**, v. 32, n. 1, p. 83-93, 2012.

DUTT, M.; GROSSER, J. W. Evaluation of parameters affecting *Agrobacterium*-mediated transformation of citrus. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 98, n. 3, p. 331-340, 2009.

HOFMANN, N.; NELSON, R. L.; KORBAN, S. S. Influence of media components and pH on somatic embryo induction in three genotypes of soybean. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 77, p. 157-163, 2004.

JONES, P. W.; CASSELLS, A. C. Criteria for decision making in crop improvement programmes: technical considerations. **Euphytica**, v. 85, p. 465-476, 1995.

KHAN, E. U.; FU, X. Z.; LIU, J. H. *Agrobacterium*-mediated genetic transformation and regeneration of transgenic plants using leaf segments as explants in Valencia sweet orange. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 109, n. 2, p. 383-390, 2012.

KO, T. S.; NELSON, R. L.; KORBAN, S. S. Screening multiple soybean cultivars (MG 00 to MG VIII) for somatic embryogenesis following *Agrobacterium*-mediated transformation of immature cotyledons. **Crop Science**, v. 44, p. 1825-1831, 2004.

MENG, L.; ZIV, M.; LEMAUX, P. G. Nature of stress and transgene locus influences transgene expression stability in barley. **Plant Molecular Biology**, v. 62, p. 15-28, 2006.

MIYATA, L. Y.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; SCARPARE FILHO J. A.; ZAMBON, F.; BASSAN, M. M.; MENDES, B. M. J.; HARAKAVA, R. Eficiência de transformação genética de citrange 'carrizo' com duas construções gênicas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, Epub Mar 11, 2011.

MORAES, T. de S. **Transformação genética de tomateiro (*Solanum lycopersicum* cv. 'Micro-Tom') e de laranja doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com o gene Csd1 (superóxido dismutase do cobre e do zinco), isolado de *Poncirus trifoliata***. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MUNIZ, F. R.; SOUZA, A. J.; STIPP, L. C.; SCHINOR, E.; FREITAS JUNIOR, W.; HARAKAVA, R.; STACH-MACHADO, D. R.; REZENDE, J. A. M.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; MENDES, B. M. J. Genetic transformation of *Citrus sinensis* with *Citrus tristeza virus* (CTV) derived sequences and reaction of transgenic lines to CTV infection. **Biologia Plantarum**, v. 56, p. 162-166, 2012.

NAM, J.; MYSORE, K. S.; ZHENG, C.; KNUE, M. K.; MATTHYSSE, A. G.; GEIVIN, S. B. Identification of T-DNA tagged *Arabidopsis* mutants that are resistant to transformation by *Agrobacterium*. **Molecular & General Genetics**, v. 261, n. 3, p. 429-438, 1999.

PAZ, M. M.; MARTINEZ, J. C.; KALVIG, A. B.; FONGER, T. M.; WANG, K. Improved cotyledonary node method using an alternative explant derived from mature seed for efficient *Agrobacterium*-mediated soybean transformation. **Plant Cell Report**, v. 25, p. 206-213, 2006.

PORTO, M. S.; PINHEIRO, M. P. N.; BATISTA, V. G. L.; SANTOS, R. C. dos; FILHO, P. A. M.; LIMA, L. M. Plant promoters: an approach of structure and function. **Molecular Biotechnology**, v. 56, p. 38-39, 2014.

SANTOS, R. B. **Embriogênese somática e transformação genética de soja via biobalística**. 2012. 60f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal.

SCHUBERT, D.; LECHTENBERG, B.; FORSBACH, A.; GILS, M.; BAHADUR, S.; SCHMIDT, R. Silencing in *Arabidopsis* T-DNA transformants: the predominant role of a gene-specific RNA sensing mechanism versus position effects. **Plant Cell**, v. 16, p. 2561-2572, 2004.

SOMERS, D. A.; SAMAC, D. A.; OLHOFT, P. M. Recent advances in legume transformation. **Plant Physiology**, v. 131, p. 892-899, 2003.

TINLAND, B. The integration of T-DNA into plant genomes. **Trends in Plant Science**, v. 1, p. 178-184, 1996.

WANG, K.; HERRERA-ESTRELLA, L.; VAN MONTAGU, M.; ZAMBRYSK, P. Right 25pb terminus of the nopaline T-DNA is essential for and determines direction of the DNA transfer from *Agrobacterium* to the plant genome. **Cell**, v. 38, p. 455-462, 1984.

**Tabela 1.** Total de explantes transformados e totais de plantas positivas obtidas para cada uma das construções gênicas utilizadas nas transformações nas cultivares de soja BRS 283 e BRS 388 RR e suas respectivas médias de eficiência de transformação.

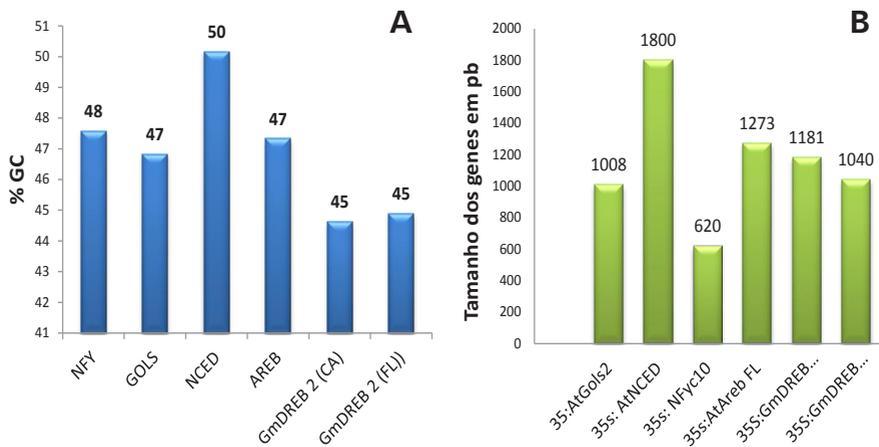
EFICIÊNCIA DE TRANSFORMAÇÃO						
Construção	BRS 283	BRS 388 RR	BRS 283	BRS 388 RR	BRS 283	BRS 388 RR
	TE	TE	PP	PP	EF (%)	EF (%)
35:AtGols2	389	393	9	3	2.31	0.76
35S:GmDREB 2A (FL)	596	1308	3	2	0.50	0.15
35S:GmDREB 2A (CA)	2128	1182	5	1	0.23	0.08
35S: NFYC10	853	783	2	0	0.23	0.00
35S:AtNCED3	242	1470	0	0	0.00	0.00
35S:AtAreb FL	355	3919	0	0	0.00	0.00
TOTAL	4563	9055	19	6	3.27	0.99
MÉDIA	760.5	1509.17	3.17	1	0.55	0.17

TE: Total de explantes; PP: Plantas positivas; EF (%): Eficiência de Transformação em porcentagem).

**Tabela 2.** Eficiência de transformação do transgene empregado em ambos os genótipos.

EFICIÊNCIA DO TRANSGENE	
Construção	Et Média (%)
35:AtGols2	1.19
35S:GmDREB 2A (FL)	0.25
35S:GmDREB 2A (CA)	0.49
35S: NFYC10	0.11
35S: AtNCED3	0.07
35S:AtAreb FL	0

ET (%): Eficiência do transgene inserido em cada construção gênica.



**Figura 1. A)** Porcentagem de bases C e G presente em cada gene. **B)** Tamanho em pares de bases da região codificadora dos genes utilizados na transformação de plantas de soja para tolerância ao déficit hídrico.

% GC: porcentagem de guanina-citosina. pb: Pares de bases.

# Regime hídrico e rendimento de genótipos de soja em condição de campo

SANTOS, E. D.<sup>1</sup>; NEPOMUCENO, A. L.<sup>2</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>2</sup>; MANDARINO, M. J. G.<sup>2</sup>; MERTZ-HENNING, L. M.<sup>2</sup>; OLIVEIRA, M. C. N. de<sup>2</sup>; NEUMAIER, N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Filadélfia (Unifil), bolsista CNPq, Londrina, PR, eliseu1961@hotmail.com; <sup>2</sup>Pesquisador(a), Embrapa Soja

## Introdução

Pertencente à família Fabaceae e de origem chinesa, a soja (*Glycine max* [L.] Merrill), até a década de 1930 era utilizada como forrageira; entretanto, nos EUA em 1880, já possuía importância econômica e, em 1970, aquele país se consolidava como o principal produtor do grão. Atualmente, o Brasil é considerado o segundo maior produtor e exportador da leguminosa (IMEA, 2015). No oriente o consumo do grão se dá diretamente através de diversas formas (fresco, seco e fermentado), enquanto que no ocidente o consumo em sua maior parte se dá através de produtos derivados, principalmente o óleo e a proteína (SANTOS, 2008). Pesquisas afirmam que há uma correlação negativa tanto fenotípica, quanto genotípica, entre óleo e proteína, ou seja, quando se tem um aumento no teor de proteína, há um decréscimo no teor de óleo e na produtividade (PÍPOLO et al., 2015).

A produtividade da soja é dependente de vários fatores; além da genética da planta, os fatores ambientais possuem forte influência sobre o rendimento de grãos. Com isso, a disponibilidade de água durante o ciclo da cultura é essencial, uma vez que os estádios de germinação-emergência e floração-enchimento de grãos, são os mais críticos. Dentre os fatores restritivos, o acamamento possui grande importância, pois causa diminuição do potencial de rendimento de grãos e pode ser ocasionado por alta densidade de plantas, cultivares de porte elevado, excesso de suprimento hídrico, entre outros fatores (SANTOS, 2008).

Em especial, o excesso hídrico é significativo e possui uma relação negativa com a produtividade, principalmente, quando ocorre no estágio vegetativo, alongando as hastes principais na tentativa de aumentar a eficiência da absorção da radiação solar e causando crescimento excessivo das plantas de soja, com a conseqüentemente desorganização do dossel. Essa desorganização altera a distribuição da radiação solar, a qual está intimamente relacionada com a atividade fotossintética das plantas. Com a ocorrência do acamamento, a eficiência da radiação solar é diminuída juntamente com a produção de fotoassimilados gerando, deste modo, conseqüências que irão refletir diretamente, de modo negativo, na produtividade (MUNDSTOCK, 2005; SANTOS, 2008; SOUZA et al. 2013).

Embasado nessas informações, o presente trabalho objetivou determinar a influência da disponibilidade hídrica no desenvolvimento de genótipos de soja com e sem genes de tolerância à seca, submetidas a distintos regimes hídricos em condição de campo.

## **Materiais e Métodos**

Os dados do presente trabalho foram obtidos a campo, na área experimental da Equipe de Ecofisiologia (localizada nas coordenadas 23° 11' 44''S e 51° 11' 35''O, com altitude de 598 m), na Fazenda da Embrapa Soja. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro blocos e espaçamento de 0,5 m entre linhas. As parcelas receberam os tratamentos irrigado (IRR) e não irrigado (NIRR) e as parcelas submetidas ao déficit hídrico receberam

os tratamentos Estresse Hídrico no período Vegetativo (EHV) e Estresse Hídrico no período Reprodutivo (EHR), sendo estas duas últimas, dispostas sob abrigos móveis contra a chuva (*rain-out shelters*). O tratamento IRR recebeu irrigação de 43 mm entre os dias 11 e 18/11 (2º decêndio de novembro), e nos dias 21 e 25/11 (3º decêndio de novembro) de 79,6 mm. O tratamento EHV teve duração de 17 dias, com início em 25 de novembro e término em 12 de dezembro; já o tratamento EHR, teve duração variando entre 62 e 77 dias, com início em 12 de dezembro e perdurando até a colheita, o que ocorreu entre os dias 12 e 27 de fevereiro. Nas subparcelas foram analisadas as cultivares BR16 e BRS 184 (controles, sem transformação genética) e as linhagens 1Ea15, 2Ha11 e 2Ia4, as quais possuem genes de tolerância à seca introduzidos por transformação genética. Ao atingirem a maturação, as parcelas tiveram seus grãos colhidos para a determinação do rendimento. Desses grãos colhidos, foram separados 30 g e, após envelopados e identificados, foram levados ao laboratório de Análises Físico-Químicas e Cromatográficas da Embrapa Soja, para as análises de teores de óleo e proteína.

Os teores de óleo e proteína foram medidos por equipamento de espectroscopia de infravermelho próximo (FT-NIR), da marca ThermoScientific, modelo Antaris II, composto de esfera de integração e leitura nas faixas entre 1100 e 2500 nanômetros.

No campo experimental, 3 plantas de soja, por subparcela, foram coletadas e levadas ao Laboratório de Ecofisiologia Vegetal II da Embrapa Soja, para aferição da altura das plantas.

No laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Soja, foram realizados os cálculos do Balanço Hídrico Decendial (BHD) (Figura 1A), através dos dados obtidos na estação agrometeorológica da sede da Embrapa Soja, juntamente com a irrigação realizada no tratamento IRR (Figura 1B). O Cálculo do rendimento, foi realizado no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal I da Embrapa Soja, levando em conta o peso e a umidade dos grãos produzidos pelos genótipos e colhidos da área útil das parcelas, em que a área útil dos tratamentos NIRR e IRR foi de 8 m<sup>2</sup> e a dos tratamentos EHV e EHR e foi de 6 m<sup>2</sup>.

Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

De acordo com os resultados do BHD (Figura 1A), o período que compreende o primeiro e o segundo decêndio de novembro, apresentou deficiência hídrica no solo, indicando que não houve precipitação, sendo necessário às plantas a retirada de água armazenada no solo. Assim, para evitar a ocorrência de déficit hídrico, o tratamento IRR recebeu irrigações no segundo e no terceiro decêndio de novembro (Figura 1B), pois neste período as plantas encontravam-se nos estádios V3 e V5 e em ambos os tratamentos IRR e NIRR apresentavam alturas de planta semelhantes.

No entanto, após realizar as irrigações, houve um período de boas precipitações até o primeiro decêndio de fevereiro, não sendo necessário realizar mais nenhuma irrigação. Após a última irrigação e com as frequentes e abundantes precipitações foi possível observar que as plantas de todos os genótipos do tratamento IRR cresceram mais do que as plantas dos demais tratamentos, favorecendo, deste modo, a ocorrência do acamamento no tratamento IRR. De acordo com Souza et al. (2013), o excesso hídrico favorece essa condição. Portanto, analisando as Figuras 1B e 2, é possível inferir que as irrigações somadas à boa precipitação em praticamente todo o restante do ciclo contribuíram para a ocorrência do acamamento ocorrido principalmente nos genótipos 2Ha11, 2la4 e BRS 184.

No que se refere ao teor de óleo nos grãos (Tabela 1), na comparação dos genótipos dentro dos tratamentos hídricos é possível verificar que, nos tratamentos EHV e NIRR, os genótipos 2la4, 2Ha11 e BRS 184 apresentaram as maiores porcentagens e não diferiram estatisticamente entre si, enquanto que os genótipos 1Ea15 e BR 16 apresentaram as menores porcentagens e, também, não diferiram entre si. No tratamento IRR, os genótipos com as maiores porcentagens de óleo foram BRS 184, 2Ha11 e 2la4, diferindo de BR 16. Já no tratamento EHR, os genótipos 2la4 e BRS184 apresentaram as maiores porcentagens

de óleo. O genótipo que apresentou a menor porcentagem foi o 1Ea15, não diferindo de BR 16, que por sua vez não diferiu de 2Ha11.

Ainda, quanto ao teor de óleo (Tabela 1), é possível analisar os tratamentos dentro dos genótipos. As porcentagens de óleo produzidas nos regimes hídricos não diferiram entre si nos genótipos 1Ea15 e 2Ha11. A maior porcentagem (absoluta) de óleo foi obtida no tratamento EHR e na cultivar BRS 184. Nessa cultivar, os demais tratamentos apresentaram porcentagens menores e equivalentes entre si. No genótipo 2la4 e na cultivar BR 184, os tratamentos hídricos apresentaram porcentagens de óleo decrescentes, na seguinte ordem: EHR, EHV, NIRR e IRR, indicando que, pelo menos para alguns dos genótipos (e.g.: BRS 184 e 2la4) a menor disponibilidade hídrica ao longo do ciclo da cultura estimula uma maior porcentagem de óleo nos grãos, enquanto que para outros (e.g.: 1Ea15 e 2Ha11), não faz diferença.

Para o teor de proteína, a ANOVA mostrou apenas efeitos simples de genótipo e de tratamento hídrico (Figuras 3A e 3B). Na análise do comportamento de genótipos dentro de tratamento hídrico (Figura 3A), é possível identificar que, dentre os genótipos testados a cultivar BRS 184 e as genótipos 2Ha11 e 2la4 apresentaram as menores porcentagens de proteína, enquanto que a cultivar BR 16 e a genótipo 1Ea15 apresentam as maiores porcentagens. Na comparação entre tratamentos hídricos, a única diferença significativa ocorreu entre os tratamentos IRR e EHV, com o IRR produzindo maior porcentagem (Figura 3B). Os tratamentos IRR, NIRR e EHR não apresentaram diferenças significativas entre si nem, tampouco, os tratamentos EHV, EHR e NIRR.

De maneira geral, a cultivar BRS 184 e os genótipos 2la4 e 2Ha11 apresentaram os maiores teores de óleo e os menores teores de proteína, enquanto que a cultivar BR 16 e o genótipo 1Ea15 apresentaram os menores teores de óleo e os maiores teores de proteína (Tabela 1 e Figura 3A). Os genótipos com maiores teores de óleo e menores teores de proteína foram os que apresentaram maior rendimento (Figura 4A), o que corrobora com Pípolo et al. (2015), que afirmam que os teores de óleo e proteína correlacionam-se negativamente, ou seja, quanto

maior o teor de proteína, menor a porcentagem de óleo. Isso pode ser explicado pelo fato das plantas gastarem menos energia na produção de óleo em comparação à produção de proteína. As proteínas são responsáveis por várias funções biológicas na planta e têm, em média, uma concentração de 2:1 (proteína:óleo) em grãos de soja, existindo correlação positiva entre teor de óleo e produtividade e uma correlação negativa entre teor de proteína e produtividade (TRZECIAK, 2012).

No tocante ao índice de acamamento e ao rendimento (Figura 2 e Figura 4B), pode-se verificar que todos os genótipos no tratamento IRR apresentaram um acamamento considerável. Os genótipos com maior índice de acamamento, foram aqueles que apresentaram os maiores teores de óleo, podendo este fato ser explicado pela desorganização do dossel, que não propiciou a produção de maiores quantidades de proteína, favorecendo maiores teores de óleo pelo fato de envolver um menor gasto energético (TRZECIAK, 2012). No entanto, entre todos os tratamentos testados, o EHV e NIRR foram os que obtiveram os maiores rendimentos, enquanto que o EHR foi o que apresentou o menor rendimento. Esta condição pode ser explicada pelo fato de que a ocorrência de déficit hídrico, no período de enchimento dos grãos, aliada às demais variáveis climáticas, como temperaturas elevadas e alta demanda evaporativa da atmosfera, compromete o enchimento dos grãos e, conseqüentemente, gera um menor rendimento (EMBRAPA SOJA, 2000).

## Conclusão

Para condições semelhantes às do presente ensaio conclui-se que: A aplicação da irrigação no segundo e terceiro decêndio de novembro propicia a ocorrência do acamamento por favorecer um aumento no tamanho das plantas, entretanto, precipitações continuadas e em excesso, após novembro, também contribuem para a ocorrência de acamamento.

Os genótipos BRS 184, 2Ia4 e 2Ha11 apresentam maiores rendimentos e teores de óleo, com menores teores de proteína, comparados aos genótipos BR 16 e 1Ea15, cujos resultados são opostos.

Déficit hídrico na fase reprodutiva do ciclo da soja reduz significativamente o rendimento.

## Referências

EMBRAPA SOJA. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja: BASF, 2000. 1 CD-ROM.

IMEA (INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Entendendo o mercado da soja**. Disponível em: [http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/2015\\_06\\_13\\_Paper\\_jornalistas\\_boletins\\_Soja\\_Versao\\_Final\\_AO.pdf](http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/2015_06_13_Paper_jornalistas_boletins_Soja_Versao_Final_AO.pdf). (Workshop Jornalismo Agropecuário, 2015). Acesso em: 21 mai. 2017.

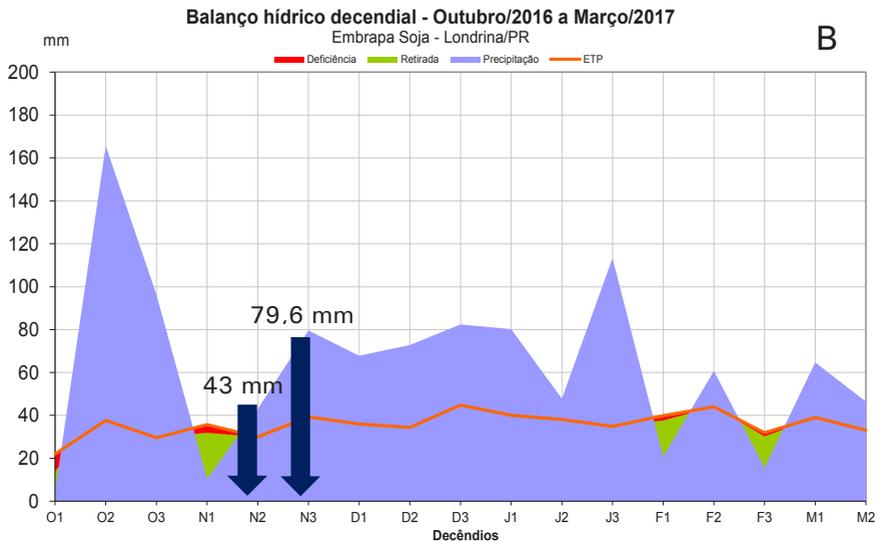
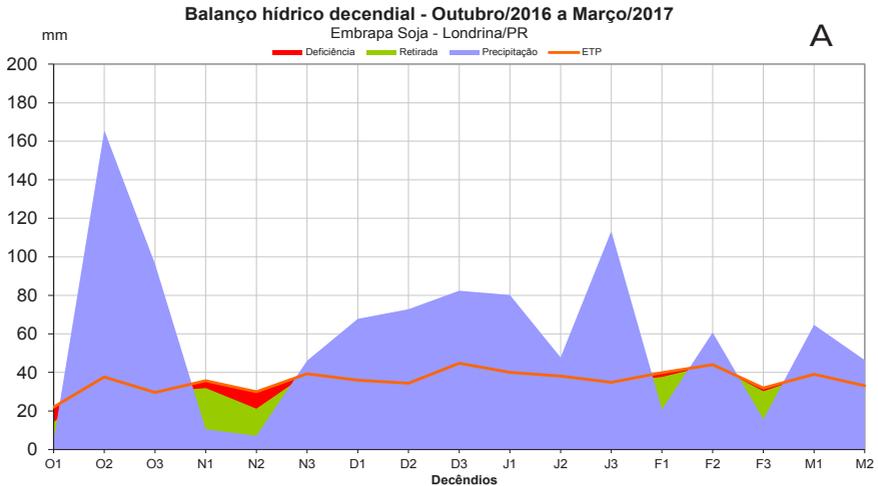
MUNDSTOCK, C. M. **Soja**: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Dep. de plantas de lavoura da UFRS: Evangraf, 2005. 31 p.

PÍPOLO, A. E.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; MANDARINO, M. J. G. **Teores de óleo e proteína em soja**: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 16 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 86).

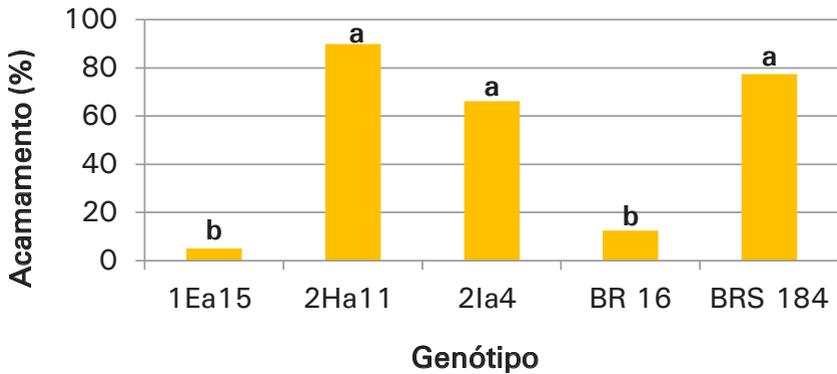
SANTOS, T. L. Soja. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal**: fisiologia de cultivos. São Paulo: Ceres, 2008. 864 p.

SOUZA, C. A.; FIGUEIREDO, B. P.; COELHO, C. M. M.; CASA, R. T. I.; SANGOI, L. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrentes do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 634-643, maio-jun 2013.

TRZECIAK, M. B. **Formação de sementes de soja: aspectos físicos, fisiológicos e bioquímicos**. 2012. 131 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.



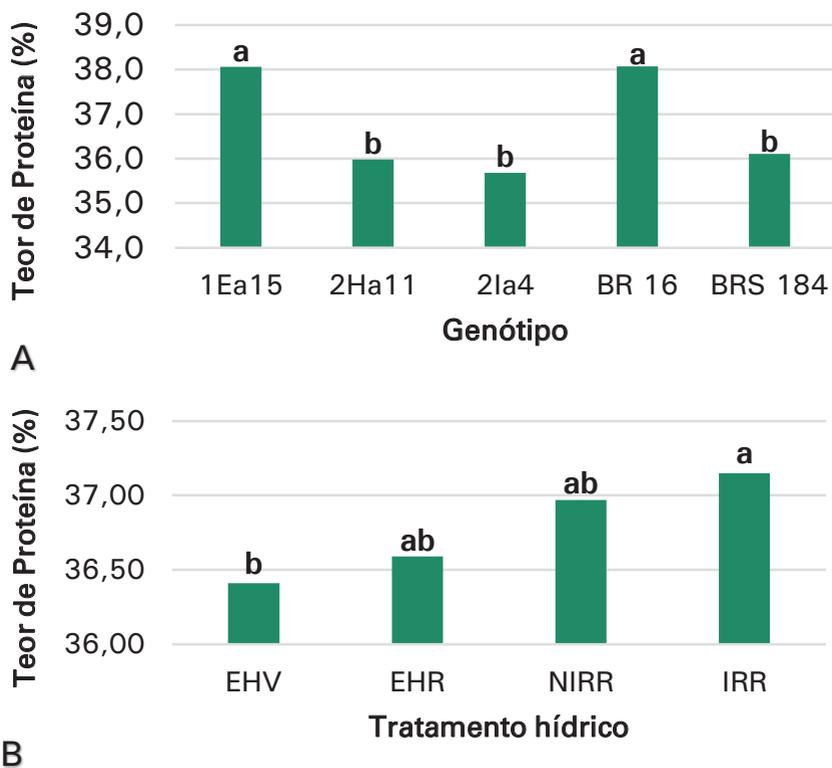
**Figura 1.** Balanço Hídrico Decendial (BHD) do período que compreende desde o início até o fim do experimento instalado no 3º Decêndio de outubro e finalizado no 3º Decêndio de fevereiro. (A) BHD sem a irrigação, demonstrando a deficiência hídrica. (B) BHD com a irrigação, mostrando o suprimento hídrico, em mm, no 2º e 3º Decêndio de novembro, respectivamente.



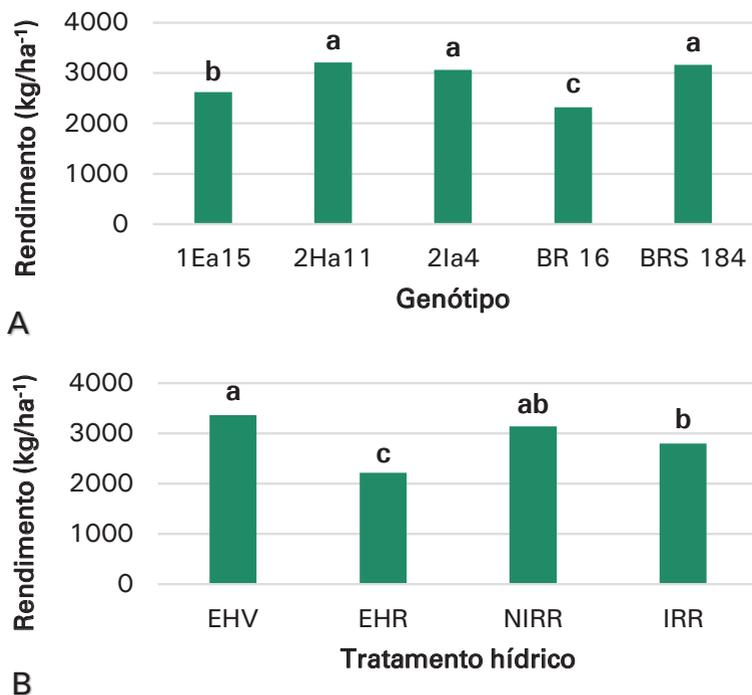
**Figura 2.** Índice de acamamento (% da área acamada da parcela) de genótipos de soja submetidos ao tratamento IRR (irrigado), sob condições de campo (Tukey  $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 1.** Teores de óleo (%) nos grãos de genótipos de soja submetidos a diferentes regimes hídricos, sob condições de campo: EHV - Estresse Hídrico no Vegetativo; EHR - Estresse Hídrico no Reprodutivo; NIRR - Não Irrigado; IRR - Irrigado. Letras minúsculas comparam o tratamento dentro dos genótipos, enquanto que letras maiúsculas comparam o genótipo dentro do tratamento hídrico (Tukey  $p \leq 0,05$ ).

Genótipo	Tratamento hídrico			
	IRR	NIRR	EHV	EHR
1Ea15	20,51 Abc	20,54 Ab	20,96 Ab	21,02 Ac
2Ha11	21,67 Aab	22,44 Aa	22,49 Aa	21,95 Abc
2Ia4	21,41 Bab	21,94 Aab	22,77 Aa	22,91 Aab
BR 16	19,91 Bc	19,73 Bb	20,91 ABb	21,42 Ac
BRS 184	21,99 Ba	22,22 Ba	22,31 Ba	23,64 Aa



**Figura 3.** Teores de Proteína (%) nos grãos de soja: (A) Médias percentagem de proteína de genótipos; e (B) Médias de percentagem de proteína de tratamentos hídricos, sob condições de campo: EHV - Estresse Hídrico no Vegetativo; EHR - Estresse Hídrico no Reprodutivo; NIRR - Não Irrigado; IRR - Irrigado (Tukey  $p \leq 0,05$ ).



**Figura 4.** Rendimento de grãos (kg/ha<sup>-1</sup>): (A) Médias de rendimento de genótipos de soja; e (B) Médias de rendimento dos tratamentos hídricos, sob condições de campo: EHV - Estresse Hídrico no Vegetativo; EHR - Estresse Hídrico no Reprodutivo; NIRR - Não Irrigado; IRR - Irrigado (Tukey  $p \leq 0,05$ ).

# **Eficiência agronômica de fontes e doses de fósforo no cultivo da soja em solos com diferentes classes texturais**

LARA, I.C.V.<sup>1</sup>; MOREIRA, A.<sup>2</sup>; CABRERA, R.A.D.<sup>3</sup>; MORAES, L.A.C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, isavilarino@hotmail.com; <sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Soja;

<sup>3</sup> Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, Novais, SP

## **Introdução**

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é atualmente a leguminosa mais cultivada no mundo, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial. Atualmente é o principal produto agrícola de exportação, sendo sua produção estimada em 101,2 milhões de toneladas na safra de 2015/2016. A expansão do cultivo em solos arenosos, com baixa fertilidade e em pastagens degradadas, com acidez e baixa disponibilidade de fósforo (P), tem sido um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento das plantas, por prejudicar o crescimento radicular, diminuir a absorção de nutrientes e água (MOREIRA et al., 2002; MOREIRA; FAGERIA, 2010).

Os adubos fosfatados mais utilizados atualmente na agricultura brasileira são os fosfatos solúveis, os termofosfatos, os multifosfatos e os fosfatos naturais. Os fosfatos naturais apresentam baixa disponibilidade de P para as plantas no início do cultivo, restringindo a sua utilização na agricultura. As principais fontes de fosfatos naturais são as apatitas e as fosforitas. As primeiras são originárias de minerais primários e de baixo teor de P disponível (cerca de 3%), enquanto que as fosforitas são minerais fosfatados amorfos, de origem secundária, com solubilidade em citrato de amônio em torno de 5%. Os fertilizantes solúveis em água são obtidos pela acidulação de rochas fosfatadas destacando-se o superfosfato triplo, com aproximadamente 40% de  $P_2O_5$ . O adubo fosfatado adicionado ao solo, além do efeito imediato sobre a cultura que se segue à adubação, pode ter um efeito residual nos cultivos subsequentes. Além do tipo de cultura, vários fatores podem alterar o efeito residual dos adubos fosfatados, tais como: doses e fontes de P, método de aplicação, manejo, temperatura, tipo de solo, tempo de aplicação e umidade do solo. Ao contrário dos fosfatos solúveis, os fosfatos naturais apresentam uma solubilização mais lenta, podendo aumentar gradativamente a disponibilidade de P.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agronômica de fontes e doses de P no cultivo da soja, em dois solos, com diferentes teores de argila.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, localizada na Embrapa Soja, Londrina-PR (23°11'39" LS e 51°10'40" LW). Os solos utilizados foram um Neossolo Quartzarênico distrófico, de textura arenosa (120 g  $kg^{-1}$  de argila), coletado na profundidade de 0-20 cm no Município de Dracena, Estado de São Paulo, com os seguintes atributos químicos (Embrapa 1997), antes da aplicação dos tratamentos: pH ( $CaCl_2$  0,1 mol  $L^{-1}$ ) = 4,1, MOS = 9,1 g  $kg^{-1}$ , P (Mehlich 1) = 3,1 mg  $kg^{-1}$ ,  $K^+$  = 0,08 cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$ , Al = 0,8 cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$ ,  $H^+ + Al^{3+}$  = 4,5 cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$ ,  $S-SO_4^{2-}$  = 5,6 mg  $kg^{-1}$ , CTC = 5,7 cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$  e V% = 21,2 e Argissolo Vermelho Amarelo distrófico coletado na profundidade de 0-20 cm no Município de Taciba, Estado de São Paulo, com

os seguintes atributos químicos (Embrapa 1997), também antes da aplicação dos tratamentos: pH ( $\text{CaCl}_2$  0,1 mol L<sup>-1</sup>) = 4,9, MOS = 53,8 g kg<sup>-1</sup>, P (Mehlich 1) = 4,2 mg kg<sup>-1</sup>, K<sup>+</sup> = 0,08 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, Al<sup>3+</sup> = 0,09 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> = 2,7 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = 7,1 mg kg<sup>-1</sup>, CTC = 5,7 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> e V% = 52,5.

Os tratamentos tiveram um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4x4, com quatro repetições, sendo dois tipos de solo, quatro fontes de P [superfosfato triplo (43% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), fosfato natural da Argélia (29% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), fosfato natural de Alvorada (16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e SUPRAFOS (14% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e quatro doses (0, 50, 100 e 200 mg kg<sup>-1</sup>). Foram utilizados vasos de barro de 3,0dm<sup>3</sup> de solo, passado em peneira de 2,0 mm. Exceto N, que foi suprido pela inoculação das sementes com *Bradyrhizobium elkanii* e calcário (MgO > 12%), que foi aplicado para elevar a saturação por bases a 70%, as adubações contiveram K, S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn. Nos estádios V2 e V4 foram realizadas as adubações de cobertura parceladas duas vezes com 50 mg kg<sup>-1</sup> de K (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), totalizando 100 mg kg<sup>-1</sup> no ciclo. Os vasos foram irrigados diariamente com água desionizada, para compensar as perdas de evapotranspiração e para manter o solo próximo de 70% do volume total de poros (VTP). Foram semeadas dez sementes da cultivar BRS 360RR e após o desbaste foram deixadas três plantas uniformes por vaso.

Durante todo o ciclo vegetativo foram coletadas as folhas senescente para obtenção da produção de matéria seca total da parte aérea da planta (MSPA). Após o estágio de maturação fisiológica (R8) foi quantificada a produção de grãos (PG). Foi determinado o índice de eficiência agrônômica (IEA) e equivalente superfosfato triplo (EqSFT) de acordo com as equações descritas em Moreira et al. (2002). Os resultados de IEA e EqSFT foram submetidos aos testes de normalidade, e também à análise de variância (ANOVA) e teste F ( $P \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

Na soja, o fosfato natural da Argélia (FNAr) apresentou o mais alto IEA na comparação com o superfosfato triplo (SFT), na média das três doses de P (Tabela 1). Por ser uma fonte originária de rochas sedimentares, a solubilidade em ácido cítrico e em citrato neutro de amônio é mais elevada; ou seja, quanto maior for a solubilidade em ácidos orgânicos, mais rápida deve ser a difusão do P no processo de absorção pelas plantas, como também a adsorção pelas partículas do solo, fato esse não observado no fosfato natural de Alvorada de origem apatítica, cujo o P está na forma mais amorfa não estando prontamente disponível para as plantas.

Segundo Tisdale et al. (1993), dependendo do tipo de solo, tipo de cultura e manejo, os fosfatos naturais, com alta, média e baixa solubilidade em citrato, apresentam faixas de eficiência entre 80% a 100%, 50% a 80% e 30% a 50%, respectivamente, em comparação à resposta inicial da cultura ao superfosfato triplo, aumentando a eficiência com o passar do tempo. Os IEA e EqSFT obtidos na soja concordam com Moreira et al. (2002), indicando que as doses mais elevadas do FNAr e do SUPRAFOS tendem a equiparar-se a fontes fosfatadas mais solúveis.

## Referências

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1231-1239, 2010.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, L. A. C. Eficiência de fontes e doses fósforo na alfafa e na centrosema cultivadas em Latossolo Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.10, p. 1459-1466, 2002.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. Soil and fertilizer phosphorus. In: TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. (Ed.). **Soil fertility and fertilizers**. New York: Macmillan, 1993. p. 176-229.

**Tabela 1.** Índice de eficiência agrônômica (IEA) e equivalente superfosfato triplo (EqSFT) da soja cultivada em solos com diferentes classes texturais, fontes [Fosfato natural da Argélia (FNAr), SUPRAFOS e Fosfato natural de Alvorada (FNAI)] e doses de P.

Fontes	Doses	IEA		EqSFT	
		A	B	A	B
FNAr	50	80,7	94,3	106,0	55,1
	100	73,9	73,4	97,5	66,7
	200	137,0	157,1	87,0	69,1
Média		97,2	108,3	96,8	63,6
SUPRAFOS	50	87,2	38,3	111,2	189,7
	100	71,7	37,6	132,5	187,0
	200	116,5	85,2	88,0	109,2
Média		91,8	53,7	110,6	162,0
FNAI	50	64,2	15,8	118,1	269,8
	100	67,4	8,6	107,9	251,2
	200	92,4	56,2	139,6	176,7
Média		74,7	26,9	121,9	232,6
Média <sup>1</sup>		87,9	62,9	109,7	152,7
Teste F					
Fontes		*	*	*	*
Doses		*	*	*	*
FontesxDoses		*	*	*	*

\*significativo a 5% de probabilidade.

A –solo com teor de argila de 200 mg kg<sup>-1</sup> e B – solo com teor de argila de 600 mg kg<sup>-1</sup>.

# Injúria causada por *Sternechus subsignatus* em soja estabelecida sob tratamento de sementes com diferentes inseticidas

MATSUMOTO, J.F.<sup>1</sup>; LOBAK, T.<sup>2</sup>; TOBIAS, L.H.<sup>3</sup>; ARRUDA, F.<sup>4</sup>; ECHER, T.C.<sup>4</sup>; VICENTIN, E.<sup>5</sup>; PASINI, A.<sup>2</sup>; ROGGIA, S.<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) Bolsista FAPED, Londrina, PR, janaina.matsumoto@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina (UEL); <sup>3</sup>Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL); <sup>4</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco (UTFPR); <sup>5</sup>Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul (IFC); <sup>6</sup>Embrapa Soja.

## Introdução

O tamanduá-da-soja, *Sternechus subsignatus* Boheman, 1836 (Coleoptera: Curculionidae), é um inseto que apresenta ciclo anual, e que divide suas fases de desenvolvimento entre o interior de galhas na haste durante o período larval, e em câmara pupal no solo. As fêmeas fazem um anelamento no caule das plantas onde realizam a postura. As larvas prejudicam as hastes diretamente por alimentarem-se de seu interior. Seu desenvolvimento promove a formação de galhas que fragilizam os tecidos e ocasiona a quebra das hastes levando a planta à morte. O período de maior risco de infestação ocorre a partir do mês de novembro o que coincide com o ciclo de desenvolvimento da soja. Quando o ataque ocorre até o estágio V6 pode haver perdas significativas de produ-

tividade (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012). A ocorrência de elevadas densidades populacionais da praga na fase inicial do desenvolvimento da soja pode provocar danos irreversíveis. Em ataques mais tardios, o desenvolvimento das larvas no interior da haste principal, ocasiona galhas caulinares que interrompem ou reduzem a circulação de seiva. Essas galhas favorecem a quebra das plantas por ações do vento ou da chuva. O rendimento da cultura é afetado com o aumento da densidade da praga e do número de plantas infestadas. Sendo estabelecido o nível de ação para pulverização foliar de um adulto de *S. subsignatus* por metro da cultura com até duas folhas trifolioladas (estádio V3 da soja) e de dois adultos/m para plantas com até cinco folhas trifolioladas (estádio V6 da soja) (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012).

Para o manejo da praga pode-se empregar estratégias culturais como a rotação de culturas com espécies de gramíneas não hospedeiras do inseto, controle mecânico ou químico na bordadura da soja, uso de plantas-armadilha para oviposição e semeadura da soja em época que proporcione escape da cultura (SILVA, 1997; SALVADORI et al., 1999; HOFFMANN-CAMPO et al., 2012).

Dentre essas táticas de controle, o tratamento de sementes com inseticidas pode contribuir para a proteção das plantas de soja na fase inicial de desenvolvimento, quando são mais suscetíveis ao ataque da praga. Segundo Socías et al. (2011) é importante adequar as datas de semeadura e o uso de inseticidas via tratamento de sementes, para reduzir o número de progênies nas safras seguintes.

Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com diferentes inseticidas sobre o ataque de *Sternechus subsignatus* em soja.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, a 23°12'14.25"S e 51°10'55.73"O, a 602m de altitude. A soja foi semeada em 11/10/2016 com a cultivar BRS 388 RR, em espaçamento de 0,50 m de entrelinhas, densidade de semeadura

de 16 sementes por metro linear. A adubação de base foi realizada na linha de semeadura utilizando-se 250 Kg.ha<sup>-1</sup> de NPK (00-20-20).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela representada por 20 m x 20 m, com a bordadura de 1 m entre parcelas. Os tratamentos consistiram de diferentes ingredientes ativos, utilizados em tratamentos de sementes de soja e uma testemunha sem inseticida (Tabela 1). Previamente a semeadura, realizou-se o tratamento de sementes com os diferentes inseticidas em estudo e fungicida Derosal® Plus (200 mL p.c/ 100kg de sementes). Também, realizou-se inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* (Grap Nod'I, SEMIA 5079 e SEMIA 5080) nas sementes de soja sendo utilizada a dose de 5,0x10<sup>11</sup> UFC kg<sup>-1</sup> de sementes. Ao longo do desenvolvimento da cultura, os tratamentos receberam os manejos fitossanitários recomendados para a cultura.

O número de plantas atacadas pelo Tamanduá-da-soja, *Sternechus subsignatus*, foi verificado por meio de amostragens realizadas quando a soja atingiu o estágio R8. Essas amostragens foram realizadas em cinco pontos por parcela no qual foram feitas observações em plantas distribuídas em dois metros lineares para a detecção de injúrias provocadas pela praga. Posteriormente, os dados obtidos foram submetidos à análise exploratória para verificar os pressupostos para a análise de variância (normalidade e homogeneidade das variâncias) e submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o software Sasm-Agri (CANTERI et al., 2001).

## Resultados e Discussão

A análise da distribuição das galhas de *S. subsignatus* ao longo da haste da planta indica que predominou ataques tardios, a partir do 6º nó da planta e em ramos laterais (Figura 1). Assim é esperado que sejam detectados efeitos dos tratamentos sobre o ataque de *S. subsignatus*, pois de um modo geral os inseticidas tiametoxam e fipronil aplicados em tratamento de sementes apresentam período residual de aproximadamente 30 dias (POSSEBON et al., 2011).

O tratamento de sementes com inseticidas não proporciona o controle direto de *S. subsignatus*, quando a ocorrência do ataque é tardia, possibilitando seu escape a essa tática de controle, bem como sua reprodução e manutenção na lavoura nas safras seguintes. Outra consequência é que se a semeadura da soja for realizada mais tardiamente pode coincidir com a época de ocorrência de *S. subsignatus* com a fase inicial de desenvolvimento da soja, que é o período mais susceptível da cultura ao ataque da praga.

O número de galhas de *S. subsignatus* encontradas até o 5º nó da planta de soja (Tabela 2), que corresponde ao ataque ocorrido nas primeiras semanas de desenvolvimento da cultura da soja, foi menor no tratamento com tiametoxam, não diferindo da testemunha sem tratamento e dos demais tratamentos, exceto imidacloprido. Nenhum inseticida foi significativamente superior à testemunha, o que não evidencia contribuição destes para o manejo da praga. Porém é importante levar em conta que o nível de ataque inicial foi baixo, sendo necessário avaliar novamente o possível efeito desses produtos em condição de elevada infestação da praga na fase inicial de desenvolvimento da soja.

A maior eficiência de inseticida contendo tiametoxam em relação ao imidacloprido sobre *S. subsignatus* foi constatada também em estudo com pulverização foliar, para o controle de adultos (ROGGIA & CANNAN, 2011). Casmuz et al. (2009) observaram que o tratamento de sementes de soja com o tiametoxam promoveu redução significativa na porcentagem de plantas danificadas por *S. subsignatus*. Enquanto que Possebon et al. (2011) observaram melhor desempenho de controle para fipronil, em relação ao tiametoxam, acefato e carbofurano, em tratamento de sementes. Porém considera-se que o tratamento de sementes para o controle de *S. subsignatus* é eficiente apenas nas primeiras semanas após semeadura da cultura (CASMUZ et al., 2009; POSSEBON et al. 2011).

O ataque tardio de *S. subsignatus*, observado a partir do 6º nó da planta e em ramos laterais, foi menor no tratamento com imidacloprido + tiodicarbe diferindo apenas do tratamento com fipronil.

Considera-se que o ataque tardio não apresenta elevado potencial de danos para a produtividade da cultura, no entanto, pode contribuir para a sobrevivência e reprodução dos insetos, pois o ataque ocorre em período de baixo residual do tratamento de sementes. O inseticida fipronil é considerado um dos principais produtos para o controle de coleópteros-praga, inclusive de *S. subsignatus*, sendo que cerca de 50% dos produtos registrados no MAPA para o controle dessa praga contém fipronil em sua formulação. Porém, apesar de ter apresentado resultado satisfatório na proteção das plantas de soja contra o ataque inicial de *S. subsignatus*, proporcionou maior número de galhas correspondentes a ataque tardio. É importante considerar que o fipronil é um inseticida generalista e que sua utilização pode estar proporcionando tanto o controle inicial da praga como a mortalidade de agentes de controle biológico. Tal impacto associado à reduzida velocidade de recolonização por agentes de controle biológico pode ter contribuído para maior intensidade de ataque tardio da praga nas plantas de soja nas parcelas em que foi utilizado fipronil em tratamento de sementes.

Analisando o efeito dos inseticidas aplicados em tratamento de sementes sobre a distribuição das galhas ao longo da planta (Figura 2), é possível constatar que o menor nível de ataque inicial (galhas nos nós de 1 a 5) ocorreu no tratamento com tiametoxam que, como visto na Tabela 2, diferiu apenas de imidacloprido. Já para o ataque intermediário (galhas nos nós de 6 a 9), o tratamento imidacloprido + tiodicarbe foi o que apresentou o menor número de injúrias causadas pelo ataque de *S. subsignatus* nas plantas avaliadas. E o tratamento com menor nível de ataque nos nós de 10 a 13 e ramos laterais foi com abamectina.

## Conclusão

O ataque do tamanduá-da-soja *Sternechus subsignatus* ocorreu de maneira tardia, caracterizado pela predominância das injúrias acima do sexto nó da planta de soja. Nesse contexto, o tratamento de sementes com inseticidas não demonstrou reduzir o nível de ataque da praga.

## Referências

- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S. das; GIGLIOTTI, 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**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.
- CASMUZ, A. S.; SOCÍAS, M. G.; SALAS, H.; ZAIA, D. G.; LAZCANO, J. M.; ZAPATIEL, S. A.; E. ÁVILA, R.; MEDINA, S. A.; BERNAL, M. Evaluación de insecticidas curasemillas para el control de *Sternechus subsignatus* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en las primeras etapas de desarrollo del cultivo de soja. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**, v. 86, n. 2, p. 23-29, 2009.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F., CORRÊA-FERREIRA, B. S.; CORSO, I. Pragas que atacam plântulas, haste e pecíolos da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. p.145-212.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, E. B.; MAZZARIN, R. M.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Níveis de infestação de *Sternechus subsignatus* Boheman, 1836: influência nos rendimentos e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.2, p. 221-227, 1990.
- POSSEBON, S. B.; GUEDES, J. V. C.; FRANÇA, J.; MACHADO, R. T.; STACK, R. Controle de *Sternechus subsignatus* na cultura da soja, através da aplicação de inseticidas líquidos e granulados no sulco de semeadura. In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR, 5; FORO DE LA SOJA ASIA, 1, 2011, Rosário. **Un grano: un universo**. [Rosário: Asociación de la Cadena de la Soja Argentina], 2011. 5 p. 1 CD-ROM. MERCOSOJA 2011.

ROGGIA, S.; CANAN, V. Controle químico de adultos de *Sternechus subsignatus* (Coleoptera: Curculionidae) em soja. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 12, Piracicaba. **Programa e livro de resumos...** Piracicaba, p. 117-120, 2011.

SALVADORI, J. R.; SILVA, H. M.; TONET, G. L. Eficiência de inseticidas, em tratamento de sementes, sobre adultos de *Sternechus subsignatus* e na germinação de soja. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Soja: resultados de pesquisa 1998-1999**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. p. 246-252.

SILVA, M.T.B. DA. Comportamento de *Sternechus subsignatus* (Boheman) em dez espécies vegetais de verão para rotação de culturas ou cultura armadilha no plantio direto. **Ciência Rural**, v. 27, p. 537-541, 1997.

SOCÍAS, M. G. Population fluctuation of *Sternechus subsignatus* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) at its different development stages associated with soybean crop cycle in Tucumán, Argentina. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**, v. 88, n. 1, p. 47-58, 2011.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos estudados sobre o ataque de *Sternechus subsignatus* em soja, na safra 2016/2017.

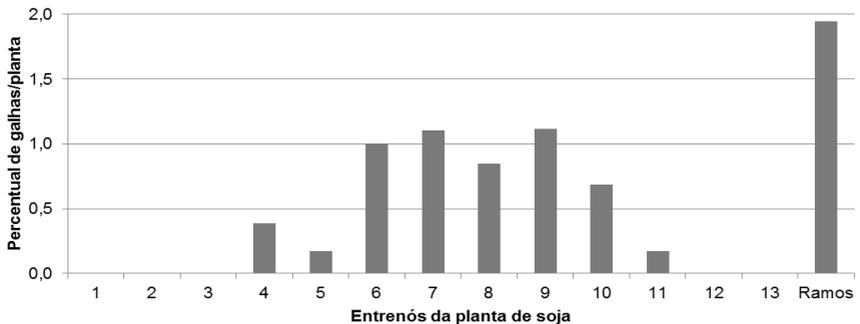
Tratamentos estudados - aplicados em tratamento de sementes da soja			
Ingrediente ativo (i.a)	Produto comercial (p.c)	Concentração (g i.a./L do p.c)	Dose do p.c (mL/100kg sementes)
Testemunha	Sem inseticida	-	-
Imidacloprido	Gaucho FS®	600	200
Tiametoxam	Cruiser 350 FS®	350	150
Tiodicarbe	Tiodicarbe®	350	200
Fipronil	Standak®	250	200
Abamectina	Avicta®	500	100
Imidacloprido + Tiodicarbe	Cropstar®	150 + 450	700

<sup>1</sup> Produto comercial (p.c) registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para uso na cultura da soja, com exceção de tiodicarbe.

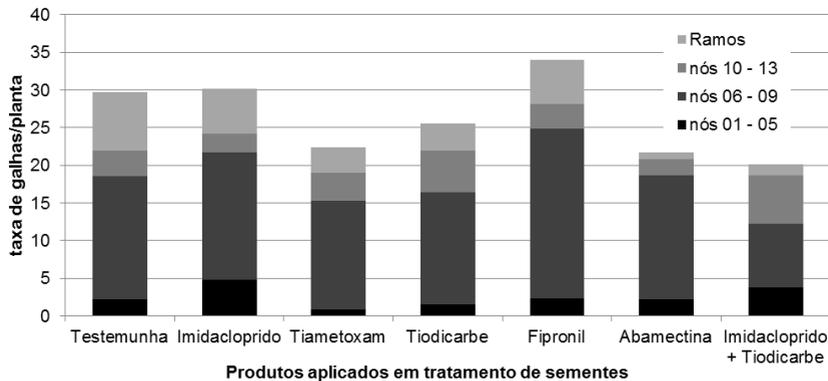
**Tabela 2.** Descrição da injúria causada pelo tamanduá-da-soja, *Sternechus subsignatus*, em cultivo estabelecido com sementes tratadas com diferentes inseticidas químicos. Londrina, PR, safra agrícola 2016/2017.

Tratamento	Número de plantas/m linear		Percentual (%) de galhas/planta <sup>1</sup>				
	Avaliadas	Atacadas	Ataque inicial (1° ao 5° nó)		Ataque tardio (6° a 13° nó e ramos)		Total de galhas/planta
Testemunha	25,80	1,85	0,58	ab	6,88	ab	
Imidacloprido	27,30	2,10	1,20	a	6,35	ab	7,55
Tiametoxam	25,90	1,40	0,23	b	5,38	ab	5,58
Tiodicarbe	26,85	1,70	0,38	ab	5,98	ab	6,38
Fipronil	28,85	2,40	0,58	ab	7,90	a	8,50
Abamectina	26,70	1,45	0,55	ab	4,88	ab	5,40
Imidacloprido + tiodicarbe	25,65	1,40	0,95	ab	4,13	b	5,03
Coefficiente de variação (%)	-	-	41,09 *		17,41 *		15,09 ns

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns não significativo pelo teste F; \* significativo a 5% pelo teste F.



**Figura 1.** Distribuição de galhas do tamanduá-da-soja, *Sternechus subsignatus*, ao longo da haste e ramos de plantas de soja em parcelas sem tratamento de sementes. Londrina, safra agrícola 2016/17.



**Figura 2.** Distribuição de galhas do tamanduá-da-soja, *Sternechus subsignatus*, ao longo da haste e ramos de plantas de soja com sementes tratadas com diferentes inseticidas. Londrina, safra agrícola 2016/17.

# Compatibilidade do baculovírus da lagarta-falsa-medideira (*ChinSNPV*) com azadiractina

GLOOR, J.V.S.<sup>1</sup>; LOPES, E.C.<sup>1</sup>; FERREIRA, L.A.I.<sup>2</sup>; RIGON, F.A.<sup>2</sup>; CASAROTO FILHO, J.V.<sup>3</sup>; SITTA, R.B.<sup>3</sup>; HERMEL, A.O.<sup>3</sup>; ROGGIA, S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, joao\_gloor@hotmail.com; <sup>2</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP); <sup>3</sup>Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL); <sup>4</sup>Embrapa Soja.

## Introdução

A soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, com destacada importância econômica e social nas diversas regiões do país em que é cultivada. O Brasil é um dos países que mais produzem soja no mundo, e também um dos principais exportadores. Na safra 2016/2017, a área brasileira de soja foi de 33,85 milhões de hectares, com a produção de 110,16 milhões de toneladas, com produtividade de 3,34 t ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2017).

O sucesso desta cultura deve-se aos avanços tecnológicos ligados ao uso de cultivares adaptadas e de alta produtividade, mecanização e conhecimento de estratégias adequadas de manejo cultural e fitossanitário, bem como, a ampliação da área cultivada. O ataque de pragas é

um dos principais desafios para a produtividade e para a sustentabilidade da cultura, devido ao seu potencial de perdas e a problemas relacionados ao uso de inseticidas químicos, que é a principal tática utilizada para o controle de pragas.

O controle químico apresenta risco de contaminação humana e ambiental, seu impacto sobre agentes de controle biológico pode intensificar ataque de pragas determinando necessidade de maior número de aplicações de inseticidas ao longo do ciclo da cultura e em cultivos seguintes (CORRÊA-FERREIRA et al., 2010). Além disso, o uso continuado de inseticidas com um mesmo mecanismo de ação pode proporcionar o desenvolvimento de pragas resistentes a esses produtos e consequentemente provocar falhas de controle, perdas de produtividade, aumento do número de aplicações e aumento dos custos de produção (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2010). Nesse contexto, o uso do controle biológico pode ser uma estratégia para a rotação e alternância de produtos e táticas de controle a fim de reduzir os riscos de desenvolvimento de pragas resistentes, bem como, oferece menor risco de contaminação humana e ambiental. O controle biológico aplicado é relativamente mais seletivo do que o controle químico, com reduzido impacto sobre outros agentes de controle biológico de ocorrência natural e organismos benéficos (BUENO et al., 2012).

Uma das principais pragas da soja e que tem se destacado em safras recentes é a lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens*, a qual se alimenta de folhas do terço inferior das plantas, sendo que quando neonatas e ainda nos primeiros instares sua alimentação é basicamente de folhas mais novas e menos fibrosas, porém conforme elas vão se desenvolvendo tornam-se capazes de se alimentar de todo limbo foliar, com potencial de causar elevado nível de desfolha (KOGAN; COPE, 1974; HERZOG, 1980; MOSCARDI et al., 2012).

Existem diversos agentes de controle biológico que atuam na regulação populacional dessa praga (BUENO et al., 2012). Destes, estão disponíveis no mercado para serem aplicados nas lavouras, agentes como parasitoides de ovos e produtos comerciais à base da bactéria *Bacillus*

*thuringiensis* (*Bt*). Outra opção de controle biológico é o baculovírus da lagarta-falsa-medideira, *ChinSNPV*, o qual está em processo de registro para uso comercial. Dessas opções de controle biológico os entomopatógenos (*Bt* e baculovírus) são preferidos pelos agricultores pela maior facilidade de aquisição, armazenagem e transporte, em relação a parasitoides de ovos, e pelo fato de que podem ser aplicados por pulverização, usando métodos amplamente conhecidos no campo.

A lagarta-falsa-medideira é eficientemente controlada pela soja *Bt*, que contém gene de *Bacillus thuringiensis*, dispensando o uso de inseticidas. Porém, visando o manejo da resistência à soja *Bt*, é indicado o uso de área de refúgio, que consiste em cultivar 20% de área com soja não-*Bt* (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2010). Na área de refúgio, é indicado que o controle de lagartas não seja realizado com produtos à base de *Bacillus thuringiensis*. Nesse contexto, ganha importância o uso do baculovírus da lagarta-falsa-medideira. Outra opção de controle é o uso de azadiractina, extrato da planta de neem *Azadirachta indica*. Atualmente existem duas marcas comerciais de azadiractina registradas para uso na agricultura. Em soja, o produto está registrado para controle de mosca-branca (*Bemisia* spp.), a qual pode demandar aplicação no mesmo período em que a lagarta-falsa-medideira. Estudos prévios indicam que a interação de azadiractina com baculovírus pode ser desde sinérgica até antagonica (ZAMORA-AVILÉS et al., 2013; HAASE et al., 2015), sendo, portanto, necessário estudar a sua interação com o baculovírus da lagarta-falsa-medideira.

Assim, foi conduzido um estudo com objetivo de determinar a compatibilidade do baculovírus da lagarta-falsa-medideira (*ChinSNPV*) com azadiractina, no controle de *Chrysodeixis includens* em soja.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em laboratório com plantas de soja cultivadas em vaso em casa de vegetação. As plantas foram cultivadas em vasos contendo substrato composto por uma parte de composto orgânico, uma parte de areia e sete partes de solo (Latossolo Vermelho distroférico típico, coletado em campo de 0-20 cm de profundidade).

Cada vaso recebeu 4 litros de solo, peneirado e homogeneizado, o pH foi corrigido com calcário dolomítico, para pH de aproximadamente 7,0, com tempo de reação de 30 dias, com umidade em capacidade de campo. Em seguida foi realizada adubação com a fórmula NPK (00-20-20) em dose equivalente a 350 Kg/ha, calculada pela área de vaso, e incorporada superficialmente. A semeadura foi realizada com a cultivar de soja BRS 388 RR, com cinco sementes por vaso tratadas com o inoculante *Bradyrhizobium japonicum*. Uma semana após a emergência a população foi ajustada para três plantas por vaso. As plantas foram conduzidas até o estádio R2, florescimento pleno, quando foram utilizadas para coleta de folhas para serem usadas no experimento.

Os tratamentos estudados foram: T1) baculovírus da lagarta-falsa-medideira (*ChinSNPV*, VirControl®, Simbiose Agrotecnologia Biológica) na dose de  $2 \times 10^9$  poliedros/1,50L de água; T2) 72 mg de azadiractina (Azamax®, E.I.D. Parry (Índia) Limited) /1,50L de água; T3) a combinação T1 + T2; T4) testemunha, sem inseticida. A fim de evitar possíveis danos por embebição, o baculovírus, que é formulado em pó, foi mantido em câmara úmida por 15 minutos antes de ser diluído em água.

Os produtos foram aplicados sobre folhas de soja obtidas de plantas produzidas em casa de vegetação e a pulverização foi realizada em Torre de Potter utilizando 150  $\mu$ L por aplicação. Esse volume de aplicação utilizado na Torre de Potter foi definido com base em ensaios prévios a fim de se obter taxa de cobertura de gotas semelhante ao avaliado em folhas do estrato inferior de plantas de soja na fase reprodutiva (R5.3), após terem sido pulverizadas com volume de calda de 150L/ha. A pulverização foi realizada imediatamente após o preparo da calda.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado e cada tratamento teve 10 repetições. Cada repetição (unidade experimental) foi composta por cinco folhas de soja pulverizadas com os produtos, as quais foram inseridas no interior de caixa tipo gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) e inoculadas cinco lagartas de *C. includens* do 2º instar obtidas de criação em laboratório. As folhas tiveram a base dos

seus pecíolos protegida por algodão umedecido para mantê-la em boas condições ao longo do período de avaliação. As caixas de gerbox com as lagartas e folhas foram mantidas em câmara de crescimento tipo BOD a 25 °C, utilizando um datalogger para acompanhar temperatura e umidade, o fotoperíodo utilizado foi: 14 horas luz e 10 horas escuro. As caixas de gerbox foram fechadas com filme plástico para evitar perda excessiva de umidade das folhas.

Diariamente foi realizada a avaliação do número de lagartas vivas e mortas e limpeza da caixa de criação, até o 10º dia após a pulverização. Os dados foram transformados por raiz quadrada quando necessário e submetidos à ANOVA, e havendo significância para o teste *f* as médias foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. A partir dos dados obtidos foi calculada a mortalidade dividindo-se o número de insetos mortos por cinco, que foi o número inicial de lagartas por repetição. A partir dos dados de mortalidade de cada produto isolado foi calculada a mortalidade esperada, pela equação 1 (Adaptado MacVay et al., 1977) abaixo:

$$\text{Mortalidade esperada} = (3xMb + 3xMa)/4$$

Onde Mb e Ma correspondem a mortalidade proporcionada pelo baculovírus e azadiractina, respectivamente.

## Resultados e Discussão

Não houve mortalidade de lagartas na testemunha até os 9 DAP (dias após a pulverização) indicando adequação da metodologia experimental (Tabela 1). O número médio de lagartas no tratamento *Chin*SNPV + azadiractina reduziu significativamente, em relação a testemunha, a partir dos 3 DAP, enquanto que nos tratamentos em que cada produto foi aplicado isoladamente essa redução foi observada apenas a partir dos 6 DAP. Esses dados indicam que o baculovírus *Chin*SNPV tem ação mais lenta de mortalidade da lagarta *C. includens*, comparativamente ao tempo médio de morte da lagarta *Anticarsia gemmatalis* pelo baculovírus *Ag*MNPV, que é de 7,2 dias (BUENO et al., 2012). Neste enquadramento a associação do baculovírus *Chin*SNPV com azadiractina pode reduzir o tempo médio de morte da lagarta em relação a sua aplicação isolada.

Ao longo do experimento não foram observadas diferenças significativas entre o número médio de lagartas no tratamento com baculovírus e azadiractina, indicando que o desempenho de ambos é equivalente, na concentração utilizada. Porém, para sua indicação para o manejo da lagarta-falsa-medideira em soja é necessário, além de seu registro no MAPA para essa praga, o estudo do desempenho em condições de campo, onde incide o efeito de fatores como radiação solar, temperatura e chuva, que podem afetar o desempenho desses produtos no controle da lagarta.

A análise da mortalidade de lagartas indica que a mortalidade foi crescente até o final do período avaliado (10 DAP) para os tratamentos com os produtos isolados, atingindo 78% e 84% de mortalidade respectivamente. No tratamento em que os dois produtos foram combinados a mortalidade tendeu a estabilidade a partir dos 8 DAP (Tabela 2). Comparando-se o efeito esperado com o observado no tratamento *ChinSNPV* + Azadiractina foi observado efeito sinérgico da combinação dos dois produtos ao 3 DAP, quando a mortalidade observada foi de 30,0% e a mortalidade esperada de 10,5%. Nas demais datas, até 9 DAP foi observada interação aditiva indicando que há compatibilidade entre os dois produtos e que, quando associados, ocorre soma dos seus efeitos na mortalidade de lagartas. Também MASCARIN e DELALIBERA JUNIOR (2012) observaram aumento da mortalidade da broca-da-batata *Phthorimaea operculella* pela associação do granulovirus *PhopGV* com uma das formulações de azadiractina avaliada, sendo a interação classificada como aditiva. Porém para outra formulação comercial de azadiractina a interação foi antagônica, indicando que pode haver variação entre marcas comerciais. Adicionalmente, a compatibilidade entre os produtos pode ser caracterizada, em estudos futuros, em relação aos possíveis efeitos da azadiractina sobre a multiplicação do baculovírus nas lagartas e o nível de reinfecção em novas lagartas na população, o que é importante para a permanência do patógeno na lavoura atuando na regulação populacional da praga.

Aos 10 DAP a mortalidade de cada produto isolado foi de aproximadamente 80%, podendo ser considerada satisfatória. Porém é importante destacar que resultados semelhantes foram observados com a associação dos dois produtos, já aos 7 DAP. Atingir valores satisfatórios de mortalidade em menor tempo após a pulverização pode ser importante para a aceitação do método de controle pelos agricultores. Assim, a decisão sobre a pertinência da combinação de baculovírus e azadiractina deve ser tomada de acordo com o contexto de manejo de lagartas em campo, considerando fatores como as espécies de lagartas, seu nível populacional, a taxa de desfolha das plantas, condições climáticas, estágio de desenvolvimento das plantas e ocorrência de outras pragas na lavoura.

Apesar dos resultados promissores de controle proporcionado por esses produtos, a sua indicação de uso para o manejo da lagarta-falsa-medideira em soja, tanto isolados como combinados, depende da realização de estudos em campo. Se por um lado fatores climáticos podem prejudicar a ação dos produtos, devido a sua degradação ou lavagem, por outro, a seletividade, principalmente do baculovírus, a outros agentes de controle biológico podem contribuir para que, se obter resultados em campo até mais promissores do que em laboratório.

## Conclusão

O baculovírus da lagarta-falsa-medideira (*ChinSNPV*, VirControl®) é compatível com azadiractina (Azamax®), no controle de *Chrysodeixis includens* em soja. A associação desses produtos proporciona interação aditiva, em que ocorre soma dos efeitos individuais. A indicação de uso de ambos produtos, isolados ou combinados, para o manejo da lagarta-falsa-medideira em soja, depende da realização de estudos em campo.

## Referências

BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F.; FREITAS BUENO, R.C.O. de. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 493-629.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: v.4, safra 2016/2017, n.8, oitavo levantamento, maio 2017. Brasília: CONAB, 2017. 144p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALEXANDRE, T.M.; PELLIZZARO, E.C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A.F. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura**. Londrina: Embrapa Soja. 2010. 16p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 78).

HAASE, S.; SCIOCCO-CAP, A.; ROMANOWSKI, V. Baculovirus insecticides in Latin America: historical overview, current status and future perspectives. **Viruses**, v. 7, p. 2230-2267, 2015.

HERZOG, D.C. Sampling soybean looper on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. (eds.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980. p. 140-168.

KOGAN, M.; COPE, D. Feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 3. Food intake, utilization and growth in the soybean looper, *Pseudoplusia includes*. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 67, n. 1, p.66-72, 1974.

MACVAY; J.R.; GUDAUSKAS, R.T.; HARPER, J.D. Effects of *Bacillus thuringiensis* Nuclear-polyhedrosis vírus mixtures on *Trichoplusia ni* larvae. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.29, p.367-372, 1977.

MASCARIN, G.M.; DELALIBERA JUNIOR, I. Insecticidal activity of the granulosis virus in combination with neem products and talc powder against the potato tuberworm *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v. 41, n. 3, p. 23-231, 2012.

MOSCARDI, F. BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.; CORSO, I.C.; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 493-629.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 673-723.

ZAMORA-AVILÉS, N.; ALONSO-VARGAS, J.; PINEDA, S.; ISAAC-FIGUEROA, J.; LOBIT, P.; MARTÍNEZ-CASTILLO, A.M. Effects of a nucleopolyhedrovirus in mixtures with azadirachtin on *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae and viral occlusion body production. **Biocontrol Science Technology**, v. 23, p. 521-534, 2013.

**Tabela 1.** Número de lagartas de *Chrysodeixis includens* vivas após sua exposição a folhas de soja pulverizadas com baculovírus e azadiractina. Temperatura de 25°C, fotoperíodo de 14h10 (claro:escuro).

Tratamentos	Número médio de lagartas vivas <sup>1</sup>							
	1 DAP <sup>2</sup>	2 DAP	3 DAP	6 DAP	7 DAP	8 DAP	9 DAP	10 DAP
Testemunha	5,00	5,00	5,00 a	4,70 a				
<i>Chin</i> SNPV (VirControl®)	5,00	4,90	4,90 a	2,90 b	2,50 b	2,20 b	2,00 b	1,10 b
Azadiractina (Azamax®)	4,90	4,80	4,40 a	2,80 b	2,70 b	2,40 b	2,00 b	0,80 b
<i>Chin</i> SNPV + Azadiractina	5,00	4,70	3,50 b	1,60 b	0,80 c	0,60 c	0,60 c	0,30 b
Coefficiente de variação (%)	3,18	7,37	13,91	26,68	31,86	33,84	33,33	37,38
Significância do teste t <sup>3</sup>	ns	Ns	**	**	**	**	**	**

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; os dados de 6, 7, 8, 9 e 10 dias após a aplicação foram transformados por raiz quadrada de  $(x + 0,1)$ . <sup>2</sup>DAP: dias após a pulverização. <sup>3</sup>Significância do teste t: ns indica diferença não significativa; \*\* indica diferença significativa ao nível de 1%. Menor número médio de lagartas no tratamento *Chin*SNPV + azadiractina em relação aos produtos isolados também foi observado aos 7, 8 e 9 DAP. Aos 10 DAP foi observado menor número de lagartas em todos os tratamentos em relação a testemunha, porém sem diferença entre si, isso indica estabilização no potencial de controle do tratamento *Chin*SNPV + Azadiractina, que, em datas anteriores, apresentou maior controle em relação aos produtos isoladamente.

**Tabela 2.** Taxa (%) de mortalidade acumulada de lagartas de *Chrysodeixis includens* após sua exposição a folhas de soja pulverizadas com baculovírus e azadiractina. Temperatura de 25°C, fotoperíodo de 14h10 (claro:escuro).

Tratamentos	Taxa (%) de mortalidade de lagartas							
	1 DAP <sup>1</sup>	2 DAP	3 DAP	6 DAP	7 DAP	8 DAP	9 DAP	10 DAP
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Chin</i> SNPV (VirControl®)	0	2	2	42	50	56	60	78
Azadiractina (Azamax®)	2	4	12	44	46	52	60	84
Mortalidade esperada <sup>2</sup>	1,5	4,5	10,5	64,5	72,0	81,0	90,0	> 100
<i>Chin</i> SNPV + Azadiractina	0	6,0	30,0	68,0	84,0	88,0	88,0	94,0
Limite inferior <sup>3</sup>	-	-0,9	14,5	55,9	69,2	78,0	78,0	87,1
Limite superior <sup>3</sup>	-	12,9	45,5	80,1	98,8	98,0	98,0	> 100
Interação <sup>4</sup>	-	aditiva	sinérgica	aditiva	aditiva	aditiva	aditiva	-

<sup>1</sup> DAP: dias após a pulverização. <sup>2</sup> Mortalidade esperada corresponde a soma do efeito de cada produto isoladamente. <sup>3</sup> Limites inferiores e superiores do tratamento *Chin*SNPV + Azadiractina, considerando intervalo de confiança do tratamento. <sup>4</sup> interação aditiva ocorre quando a mortalidade esperada está contida entre o limite superior e inferior dos dados observados no tratamento *Chin*SNPV + Azadiractina, acima disso a interação é considerada sinérgica e abaixo antagonica.

# **Espécies visitantes florais em cultivo de soja (*Glycine max L.*) em Sorriso, MT**

FAZAM, J.C.<sup>1</sup>; GAZZONI, D.L.<sup>2</sup>; ROGGIA, S<sup>2</sup>; FERNANDES, J.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina, Mestranda em Agronomia, Londrina, PR, jufazam@gmail.com;

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Soja

## **Introdução**

A agricultura moderna utiliza práticas intensivas de produção, sem grandes preocupações com o manejo sustentável (CAPORAL; COSTA-BEBER, 2012). A sustentabilidade da agricultura depende da biodiversidade, tanto para desenvolver novos produtos, quanto para incrementar a produtividade do campo (PATERNIANI, 2001).

Mais de um terço das culturas agrícolas do mundo são apoiadas por polinizadores, principalmente insetos e muito particularmente, as abelhas (AIZEN et al. 2008; GAZZONI, 2017). Sendo a soja uma espécie autó-gama, estudos relacionados a taxas de polinização cruzada, demonstram que cerca de 2% de toda a fertilização cruzada, é mediada por abelhas polinizadoras (GAZZONI, 2017) deste modo podendo contribuir para acréscimos em produtividade.

É notória e preocupante a redução das populações de polinizadores em muitos países, como consequência de práticas agrícolas equivocadas, que alteraram os habitats naturais desses animais, reduzindo seus sítios de alimentação e nidificação. A expansão do uso da terra para atividades agrícolas reduz a área de florestas e campos nativos, os quais fornecem alimento e abrigo para a flora e a fauna, as quais integram um cenário agrícola sustentável (PATERNIANI, 2001; MAPA, 2010). Práticas agrícolas, como o controle fitossanitário com agrotóxicos, também podem apresentar potencial negativo sobre os polinizadores, influenciando seu forrageamento e atividades (FREITAS; PINHEIRO, 2010; SILVA; CARVALHO, 2015), entretanto, estudos relacionados ao melhor manejo dos cultivos agrícolas, visando a proteção de polinizadores, nos períodos de florescimento, estão sendo desenvolvidos.

No atual cenário de ameaças ambientais, é necessário estabelecer e incentivar a adoção de práticas de manejo mais amigáveis ao ambiente (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010), as quais favoreçam os polinizadores e garantam a sustentabilidade do sistema agrícola (MALASPINA; SILVA-ZACARIN, 2006). Sendo a soja a principal *commodity* que movimenta a balança comercial de todo o mundo, bem como uma cultura que requer diversas práticas agrícolas para a otimização da sua produção, objetivou-se avaliar espécies de polinizadores em cultivos comerciais desta cultura, em áreas conduzidas segundo os critérios de manejo do produtor em Sorriso-MT.

## Material e Métodos

O estudo foi conduzido durante o agrícola 2015/2016, no município de Sorriso, MT. As amostragens de visitantes florais iniciaram-se em meados de dezembro, quando se visualizava o início das primeiras flores, estendendo-se por todo o período de floração. As amostragens foram realizadas em duas áreas distintas: a primeira, na Fazenda Leonel (12°05'40.5''S e 55°50'13.9''W), utilizando a cultivar TMG 2181IPRO; e a segunda na Fazenda Carigi (12°12'36.2''S e 55°59'138.6''W), com a cultivar M8766RR. As amostragens foram realizadas nos dias 21/12/2015, 28/12/2015 e 04/01/2016 na Fazen-

da Leonel, e em 24/12/2015, 26/12/2015 e 29/12/2015 na Fazenda Carigi. As avaliações, constaram de cinco blocos, entre as 08h e as 13h horas (das 8h às 9h; 9h às 10h, 10h às 11h, 11h às 12h e das 12h às 13h). Também foram efetuadas amostragens qualitativas, com o auxílio de uma rede entomológica efetuando-se um caminhamento de 15 passos entre duas linhas consecutivas de soja. Ao final de cada coleta, o material coletado foi transferido para um saco plástico, identificado e lacrado. Em laboratório, os visitantes florais foram acondicionados em frascos com álcool 70%, etiquetados com o local, data e horário de coleta, enviados a especialistas para identificação.

## Resultados e Discussão

Foram coletados 83 abelhas potencialmente polinizadoras, sendo o maior número de indivíduos representado pela família Apidae (Figura 1) com 77% do total de indivíduos coletados, seguido por Vespidae com 18% e com menor representatividade Halictidae, totalizando 5%. Os dados corroboram estudos realizados em Santa Catarina em que Apidae foi a família mais abundante, registrando também a presença da família Halictidae (MOUGA et al., 2016). Da mesma forma, o estudo de Favero e Nogueira Couto (2000) registrou no Brasil espécimes das famílias Apidae e Vespidae como os mais abundantes visitando flores de soja.

Dentro das famílias de abelhas coletadas, os gêneros identificados estão apresentados na Tabela 1. *Apis mellifera* L. foi a espécie mais frequentemente coletada (Figura 2), seguindo-se as espécies *Trigona hyalinata*, *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes*. Estudos similares conduzidos no Paraná identificaram como a principal espécie ocorrente em visitação floral de soja *Apis mellifera* (CHIARI et al., 2005). Estudos de visitação entomófila registram a mesma espécie como principal e ainda observaram a presença de *Trigona* sp. e *Tetragonista* sp. (FÁVERO & NOGUEIRA COUTO, 2000), corroborando com estudos sobre a apifauna de florestas de araucárias em que as espécies mais recorrentes foram *Trigona spinipes* e *Apis mellifera*, com populações crescentes no verão (MOUGA et al., 2016).

## Conclusão

Apidae é a família de maior frequência e *Apis mellifera* a espécie mais recorrente, destacando-se como o principal visitante floral de soja em Sorriso, MT.

## Referências

AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. **Current Biology**, v. 18, p. 1572-1575, 2008.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 13-16, 2002.

CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. de A. A. de; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; OLIVEIRA, A. J. B. de; SAKAGUTI, E. S.; ATTENCIA, V. M.; COSTA, F. M.; MITSUI, M. H. Pollination of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 31-36, 2005.

FÁVERO, A. C.; COUTO, R. H. N. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. var. FT2000). CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., Florianópolis, 2000. **Anais...** 1 CD-ROM.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 282-298, 2010.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIERE, B. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810-821, 2009.

GAZZONI, D. L. **Soja e abelhas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 151 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropical**, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010.

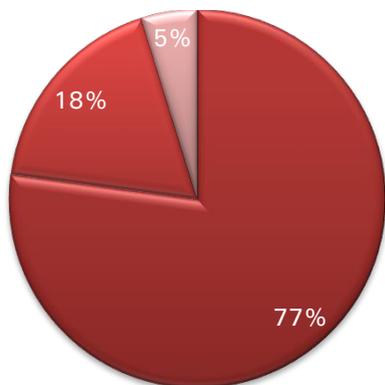
MALASPINA, O.; SILVA-ZACARIN, E. C. M. Cell markers for ecotoxicological studies in target organs of bees. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 23, p. 303-309, 2006.

MAPA, 2010. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro. 368p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/\\_arquivos/web\\_uso\\_sustentvel\\_e\\_conservao\\_dos\\_recursos\\_florestais\\_da\\_caatinga\\_95.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/web_uso_sustentvel_e_conservao_dos_recursos_florestais_da_caatinga_95.pdf)> Acesso: 29 jan. 2017.

MOUGA, D. M. D. da S.; NOGUEIRA-NETO, O.; WARKENTIN, M.; FERETTI, V.; DEC, E. Bee diversity (Hymenoptera, Apoidea) in Araucaria forest in southern Brazil. **Acta Biológica Catarinense**, v. 3, n. 2, p. 149-154, 2016.

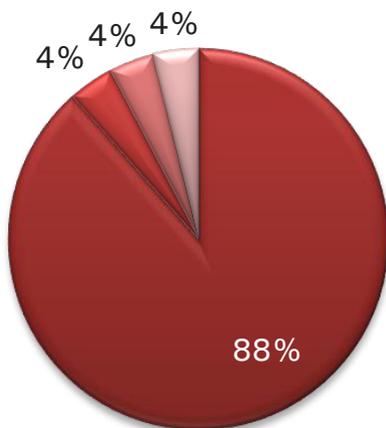
PARTENIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 303-326, 2001.

SILVA, F. F.; CARVALHO, G. A. Espécies, número e frequência de visitantes florais em culturas agrícolas submetidas à aplicação de produtos fitossanitários. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 1-7, 2015.



■ Apidae ■ Vespidae ■ Halictidae

**Figura 1.** Famílias de visitantes florais coletada em Sorriso, MT, na safra 2015/2016.



■ Apis mellifera ■ Trigona hyalinata  
■ Tetragonisca angustula ■ Trigona spinipes

**Figura 2.** Espécies de visitantes florais em soja, capturadas por rede entomológica, na safra 2015/2016 em Sorriso, MT.

**Tabela 1.** Gênero de visitantes florais da família Apidae ocorrentes em soja, coletados por rede entomológica, no município de Sorriso-MT, safra 2015/2016, são referentes as amostras provenientes da fazenda Leonel e da fazenda Carigi.

Gênero	n° de indivíduos
<i>Apis</i> Linnaeus, 1758	23
<i>Tetragona</i> Lepeletier & Serville, 1828	22
<i>Schwarzula</i> Moure, 1946	10
<i>Ptilotrigona</i> Moure, 1951	4
<i>Trigona</i> Jurine, 1807	2
<i>Trigonisca</i> Moure, 1950	1
<i>Tetragonisca</i> Latreille, 1811	1
<i>Friesella</i> Moure, 1946	1

# **Incidência do pulgão-do-milho em resposta ao tratamento de sementes com inseticidas químicos**

TOBIAS, L.H.<sup>1</sup>; LOBAK, T.<sup>2</sup>; MATSUMOTO, J.F.<sup>3</sup>; ARRUDA, F.<sup>4</sup>; ECHER, T.C.<sup>4</sup>; VICENTIN, E.<sup>5</sup>; PASINI, A.<sup>2</sup>; ROGGIA, S<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL) Bolsista FAPED, Londrina, PR, tobiaslucashenrique@gmail.com; <sup>2</sup> Universidade Estadual de Londrina (UEL); <sup>3</sup>Universidade Norte do Paraná (UNOPAR); <sup>4</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco (UTFPR); <sup>5</sup>Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul (IFC); <sup>6</sup> Embrapa Soja.

## **Introdução**

O milho é uma cultura de grande importância para o agronegócio brasileiro, sendo destinado principalmente à alimentação animal e a indústria (FANCELLI; DOURADO NETO, 2003). No Brasil, a área de cultivo com milho para a safra 2016/2017 foi de 17 milhões de hectares e a produção total de 92,8 milhões de toneladas de grãos. O milho cultivado na segunda safra é distribuído em 11,7 milhões de hectares, seu rendimento é estimado em 62,7 milhões de toneladas de grãos. O Paraná é o segundo maior produtor de milho do país, com área total cultivada de milho de 2,9 milhões de hectares e a produção de 17,9 milhões de toneladas. Destaca-se a área cultivada na segunda safra de 2,4 milhões de hectares e a produção de 13,2 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2017).

O pulgão-do-milho, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), encontra a temperatura ideal para o seu desenvolvimento na faixa entre 18 e 24 °C, tendo uma longevidade de 28 dias a 20°C (SANTOS, 2013). Fatores climáticos como vento e chuvas frequentes são desfavoráveis ao aumento populacional do inseto (GASSEN, 1996). Esse afídeo tem como plantas hospedeiras milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum vulgare*), cevada (*Hordeum vulgare*), aveia (*Avena sativa*), triticale (*Secale cereale*), além de outras espécies de gramíneas. Normalmente é encontrado dentro do cartucho da planta, vivendo em colônias formadas por fêmeas adultas e ninfas, que se alimentam de seiva sugando os tecidos mais novos da planta (KING; SAUNDERS, 1984; WAQUIL et al., 2003).

Durante a alimentação o pulgão excreta o excesso de seiva ingerida, uma substância açucarada conhecida como “honeydew”, deixando as folhas meladas e pegajosas, propiciando o desenvolvimento de fungos, principalmente do gênero *Capnodium*. Esses fungos formam uma camada escura sobre as folhas (fumagina) que contribui para a redução da capacidade fotossintética da planta. Na fase de emissão do pendão, o acúmulo de “honeydew” pode aglutinar os grãos de pólen impedindo-os de se dispersar, assim como, a deposição dessa substância sobre os estigmas pode atrapalhar a entrada dos grãos de pólen, causando falha na polinização e fecundação das espigas (GRIGOLLI et al., 2013). Além disso, o pulgão-do-milho é vetor de viroses, podendo transmitir o vírus do mosaico comum do milho (BARROS, 2012). A relação com o vírus é do tipo estiletar, em que o vírus se adere ao estilete (aparelho bucal do inseto) e o processo de transmissão ocorre com apenas uma picada de poucos segundos, podendo infectar até duas ou três plantas.

No mundo, são conhecidas seis espécies de vírus que causam doenças no milho. No entanto, no Brasil apenas os subgrupos *Sugar cane mosaic virus* (SCMV) e o *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV) são descritos em infecções naturais na cultura do milho (GONÇALVES et al., 2007). Esses dois subgrupos virais podem ser transmitidos por mais de 20 espécies de afídeos, sendo o pulgão-do-milho (*R. maidis*) um dos prin-

cipais insetos vetores. O mosaico comum do milho é uma das doenças mais devastadoras da cultura e suas perdas são cada vez mais significativas, ocorre em todas as regiões onde se cultiva o milho (BELICUAS et al., 2009). Os sintomas aparecem no limbo foliar, manchas verde claro com áreas verde escuro configurando um aspecto de mosaico, normalmente as plantas doentes são baixas e possuem espigas e grãos pequenos (CASELA et al., 2006). Variam conforme a espécie e estirpe do vírus, bem como com a cultivar de milho (GONÇALVES et al., 2007).

A infestação por esse afídeo inicia-se em plantas isoladas, dispersando-se em reboleiras no campo de cultivo durante o período vegetativo e próximo ao lançamento do pendão. Pitta et al. (2007), avaliando a dinâmica populacional de afídeos no milho cultivado em segunda safra, utilizando sementes tratadas com os inseticidas Futur<sup>®</sup> (Tiodicarbe + Micronutrientes) e Gaucho<sup>®</sup> (Imidacloprido), aos 39, 53, 67 e 75 dias após a semeadura, observaram que o período de maior ocorrência de pulgões das espécies *R. maidis* e *R. padi* ocorreu aos 53 dias sendo encontrados protegidos dentro do cartucho da planta. Os levantamentos realizados em Sete Lagoas-MG (Embrapa Milho e Sorgo) mostraram um aumento populacional de *R. maidis* entre dezembro e fevereiro e a manutenção da população, em níveis baixos, nos demais meses.

Desta forma, a escolha correta do produto a ser utilizado no controle químico deve considerar a eficiência de controle e o impacto sobre os inimigos naturais e o meio ambiente (VIANA & COSTA, 1998). Todos inseticidas do grupo químico dos neonicotinóides atuam como agonistas no receptor de acetilcolina nicotínica de insetos (nAChR). Seus ingredientes ativos atuam de maneira sistêmica na planta. Quando aplicados no solo ou na semente, os produtos são absorvidos pelas raízes e distribuídos na planta. Quando aplicados via pulverização foliar, os neonicotinóides penetram na lâmina das folhas e controlam as pragas no lado inferior da folha devido à sua boa atividade translaminar. São distribuídos na planta pelo xilema, protegendo as plantas em crescimento. (ELBERT et al., 2008). Utilizados em doses recomendadas,

esses inseticidas promovem a proteção de plantas contra os pulgões, percevejos, tripes, mosca-branca, por até 40 dias. Esse longo período residual tem demonstrado um efeito satisfatório no controle dos insetos-vetores de patógenos, beneficiando os produtores e o meio ambiente (BRANDL, 2001). No entanto, seu amplo espectro leva a efeitos indesejáveis em insetos não-alvo (BALANÇA & DE VISSCHER, 1997; SÁNCHEZ-BAYO & GOKA, 2006; MAINI et al., 2010; HAYASAKA et al., 2012).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes com inseticidas químicos sobre a incidência do pulgão-do-milho (*R. maidis*) em cultivo de milho de segunda safra.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, a 23°12'15"S e 51°10'55"W, durante duas safras agrícolas, 2014/2015 (safra I) e 2015/2016 (safra II), com o cultivo do milho de segunda safra. Os tratamentos foram diferentes ingredientes ativos utilizados em tratamento de sementes de milho: imidacloprido, tiametoxam, tiodicarbe, fipronil, abamectina, imidacloprido + tiodicarbe e uma testemunha sem inseticida. Os produtos comerciais e doses utilizadas são descritos na Tabela 1. Foram selecionados produtos comerciais que contém os ingredientes ativos mais comumente utilizados em tratamento de sementes de milho, priorizados produtos contendo apenas um ingrediente ativo para possibilitar a análise isolada de cada um.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, cada uma composta por parcelas de 20x20 m, com bordas de 1 m entre parcelas.

A semeadura do milho foi realizada nos dias 01 e 02 de abril de 2015 e de 28 a 30 de março de 2016, respectivamente na safra I e II, sendo utilizado o híbrido DKB 330 Pro 2 em ambas as safras. A densidade de semeadura foi de cinco sementes por metro linear e o espaçamento entrelinhas de 0,80 m. A adubação de base foi realizada na linha de

semeadura, com 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 8-28-16, nas duas safras. Previamente à semeadura, foi realizado o tratamento de sementes com os diferentes inseticidas em estudo. As sementes foram adicionadas a sacos plásticos juntamente as doses dos inseticidas (Tabela 1) e misturadas até uniformizar a distribuição do produto sobre as sementes. Foi utilizada uma semeadora de parcelas, de plantio direto, com três linhas de milho. Ao longo do desenvolvimento da cultura foram efetuados os manejos fitossanitários necessários.

Na safra I foi realizada uma amostragem no pico populacional da praga e na safra II foram realizadas amostragens semanais desde o estádio V2 contando-se o número de plantas de milho infestadas com o pulgão por meio de observação direta. Em cada parcela foram avaliadas quatro sub-amostras, cada composta por 1 metro linear contendo 5 plantas, totalizando média de 20 plantas por parcela. Em cada safra, os dados registrados no pico populacional da praga foram submetidos a análise estatística. Os dados foram submetidos à análise exploratória para verificar os pressupostos para à análise de variância, principalmente normalidade e homogeneidade das variâncias. Os dados foram transformados por raiz quadrada para ajuste da escala e em seguida, submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o software SASM-Agri (CANTERI et al., 2001).

## Resultados e Discussão

Na safra I (2014/15) a avaliação foi realizada em apenas uma data, no pico populacional da praga, que ocorreu no estádio V8 do milho. Na safra II (2015/16) foram realizadas amostragens do estádio V2 a V8 do milho e o pico populacional ocorreu mais cedo, no estádio V4 do milho (Figura 1). A incidência máxima observada foi de 21% de plantas atacadas (V4), havendo redução nas datas seguintes de amostragem de modo que no estádio V6 já não foi constatada infestação por pulgões. Em condições adequadas os pulgões apresentam elevado potencial de crescimento populacional, porém diversos agentes de controle biológico atuam provocando sua mortalidade, regulando sua população e frustrando o seu avanço populacional. É possível que a ação de agentes de controle biológico associados a condições ambientais desfavoráveis

aos pulgões tenha determinado o seu declínio populacional. No estudo de Pitta et al. (2007) o pico populacional de pulgões em milho ocorreu mais tardiamente, aos 53 dias.

A temperatura ideal para o desenvolvimento do pulgão-do-milho está entre 18 e 24° C quando, aproximadamente sete dias após o nascimento das ninfas este inseto atinge a fase adulta (GASSEN, 1996). Na safra I, o teor de umidade relativa do ar associado a baixas temperaturas pode ter prejudicado na sua reprodução. Na safra II, o bom volume de precipitação ocorridos a partir do pico populacional pode ter frustrado o aumento da incidência da praga na lavoura (AGRITEMPO, 2017).

A análise do efeito dos tratamentos de sementes sobre a incidência de pulgões indica que os inseticidas utilizados em tratamento de sementes não reduziram o número de plantas de milho atacada pelo pulgão *R. maidis* em relação a testemunha sem inseticida (Tabela 2), tanto em condição de ataque mais cedo da praga (safra II) com em ataque mais tardio (safra I). Na safra I o menor número de plantas atacadas foi observado na testemunha, não diferindo dos tratamentos com inseticidas, exceto de imidacloprido + tiodicarbe que foi significativamente superior a testemunha.

Na safra II, na primeira e segunda data de amostragem (estádios V2 e V4) a menor incidência de pulgões ocorreu no tratamento com abamectina. No estágio V2 abamectina não diferiu da testemunha e de tiodicarbe, No estágio V4, abamectina diferiu apenas de tiametoxam. Na terceira amostragem da safra II (estádio V6) a menor incidência de pulgões ocorreu na testemunha a qual diferiu apenas de imidacloprido, imidacloprido + tiodicarbe e abamectina. O fato de ocorrer maior incidência de pulgão em plantas que receberam tratamento de sementes com alguns dos inseticidas químicos pode estar relacionado a baixa atividades dos produtos contra pulgões e a possíveis efeitos desses sobre seus agentes de controle biológico. As populações do pulgão-do-milho são naturalmente mantidas em baixos níveis populacionais, devido à existência de diversos inimigos naturais associados a esta praga, como as joaninhas (*Cycloneda sanguinea*, *Eriopis connexa*), sirfídeos, crisopí-

deos e microhimenópteros (parasitoides) que transformam os pulgões em indivíduos vulgarmente denominados de múmias. A partir desses resultados obtidos em campo são necessários estudos em condições controladas ou análises mais detalhadas sobre o efeito dos tratamentos de sementes sobre a incidência de agentes de controle biológico e seu papel na regulação populacional dos pulgões.

## Conclusão

O tratamento de sementes com inseticidas químicos não reduz a incidência do pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho, tanto de infestações precoces, no estágio V2 do milho, como mais tardias, no estágio V8. O possível impacto dos inseticidas sobre os agentes de controle biológico de pulgão precisa ser investigado em detalhes.

## Referências

AGRITEMPO. **Sistema de monitoramento meteorológico**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em 17 mai. 2017.

BALANÇA, G.; VISSCHER, M. N. Effects of very low doses of fipronil on grasshoppers and non-target insects following field trials for grasshopper control. **Crop Protection**, v. 6, p. 553-564, 1997.

BARROS, R. Pragas do milho. In: **Tecnologia e produção: soja e milho 2011/2012**. Maracaju: Fundação MS, 2012. p. 275-296. Disponível em: <[http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/29/29/5385de50ba94a0339c212fd4fa44a2e6189bc5e5be532\\_14-pragas-do-milho\\_274738388.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/29/29/5385de50ba94a0339c212fd4fa44a2e6189bc5e5be532_14-pragas-do-milho_274738388.pdf)>. Acesso em: 12 mai. 2017.

BELICUAS, S. N. J.; SOUZA, I. R. P.; GUIMARÃES, C. T.; SABATO, E. O.; LANA, U. G. P. Avaliação da resistência ao mosaico comum em milho em função do tempo após a inoculação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Vitória. **O melhoramento e os novos cenários da agricultura: anais**. Vitória: Incaper, 2009. 1 CD-ROM. (Incaper. Documentos, 011). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60963/1/Avaliacao-resistencia-1.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

BRANDL, F. Seed treatment technologies: evolving to achieve crop genetic potential. In: BCPC SYMPOSIUM, 76., 2001. **Proceedings...** Seed treatment challenge and opportunities. Warwickshire: British Crop Protection Council, 2001. p. 3-18.

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**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.F.; PINTO, N.F.J.A. **Doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14p. (Embrapa Sete Lagoas. Circular Técnica, 83).

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, v. 4, safra 2016/17- n. 9 - nono levantamento. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_06\\_08\\_09\\_02\\_48\\_boletim\\_graos\\_junho\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2017.

ELBERT, A.; HAAS, M.; SPRINGER, B.; THIELERT, W.; NAUEN, R. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. **Pest Management Science**, v. 64, n. 11, p. 1099-1105, 2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho**: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2003. 208p

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 127 p.

GONÇALVES, M.C.; MAIA, I.G.; GALLETI, S.R.; FANTIN, G.M. Infecção mista pelo *Sugarcane mosaic virus* e *Maize rayado fino virus* provoca danos na cultura do milho no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 348-352, 2007.

GRIGOLLI, J. F. J. **Pragas do milho safrinha**. Maracaju: Fundação MS, 2013. Disponível em: <[http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/159/159/55ad6587b7758cd273f11579b75eb1d3ba8b3623e1195\\_04-pragas-do-milho-safrinha.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/159/159/55ad6587b7758cd273f11579b75eb1d3ba8b3623e1195_04-pragas-do-milho-safrinha.pdf)>. Acesso em: 16 mai. 2017.

HAYASAKA, D; KORENAGA, T; SUZUKI, K; SAITO, F; SÁNCHEZ-BAYO, F. Cumulative ecological impacts of two successive annual treatments of imidacloprid and fipronil on aquatic communities of paddy mesocosms. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 80, p. 355-362, 2012.

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. **The invertebrate pest of annual food crops in Central America**. London: Overseas Development Administration, 1984. 166p.

MAINI, S; MEDRZYCKI, P; PORRINI, C. The puzzle of honey bee losses: a brief review. **Bulletin of Insectology**, v. 63, p. 153-160, 2010.

PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; FIGUEIREDO, A.; FURIATTI, R. S. **Ocorrência do pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856): identificação, biologia e danos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 8p. (Embrapa Passo Fundo. Comunicado Técnico Online, 200).

PITTA, R. M.; DUARTE, A. P.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; YUKI, V. A. Dinâmica populacional de afídeos em cultivares de milho safrinha e influência sobre seus parasitoides. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 2, p.131-139, 2007.

SÁNCHEZ-BAYO F; GOKA K. Ecological effects of the insecticide imidacloprid and a pollutant from antidandruff shampoo in experimental rice fields. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 25, p.1 677-1687, 2006.

VIANA, P. A.; COSTA, E. F. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 451-458, 1998.

**Tabela 1.** Descrição da composição dos tratamentos estudados no experimento. Londrina, PR, safras agrícolas 2014/15 e 2015/16.

Tratamentos		Concentração do i.a. no p.c. (g/L)	Dose por 100 Kg de sementes	
Ingrediente ativo (i.a.)	Produto comercial (p.c.)		i.a. (g)	p.c. (mL)
Testemunha	Sem inseticida	-	-	-
Imidacloprido	Gaucho® FS	600	210	350
Tiametoxam	Cruiser® 350 FS	350	375	1073
Tiodicarbe	Tiodicarbe® 350 SC	350	700	2000
Fipronil	Standak®	250	431	1727
Abamectina	Avicta® 500 FS	500	300	600

**Tabela 2.** Incidência do pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho estabelecido com sementes tratadas com diferentes inseticidas químicos. Londrina, PR, Safras 2014/15 e 2015/16.

Tratamentos (dose do ingrediente ativo por 100Kg de semente)	Número de plantas infestadas com pulgões (n:20) <sup>1</sup>			
	Safra 2014/15 estágio V8	Estádio V2	Estádio V4	Estádio V6
Testemunha	1,13 b	0,31 B	1,06 ab	0,44 d
Imidacloprido (210 g)	1,75 ab	0,63 A	1,00 ab	1,38 a
Tiametoxam (375 g)	1,44 ab	0,81 A	1,38 a	0,63 bcd
Tiodicarbe (700 g)	1,63 ab	0,31 B	1,25 ab	0,69 cd
Fipronil (431 g)	1,25 b	0,88 A	1,44 ab	0,50 cd
Abamectina (300 g)	1,25 ab	0,19 B	1,00 b	0,75 bc
Imidacloprido + Tiodicarbe (210 g)	1,88 a	0,63 A	1,19 ab	0,94 b
Coefficiente de variação	21,99 %	24,21 %	12,87 %	16,67 %

<sup>1</sup> Médias transformadas por raiz quadrada  $\sqrt{x} + 0.01$ . Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste t a 5% de significância.



**Figura 1.** Flutuação da taxa de plantas de milho atacadas pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* em parcelas sem tratamento de sementes. Londrina, PR, safra agrícola 2015/16.

# Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento do déficit hídrico na cultura da soja

CRUSIOL, L.G.T.<sup>1</sup>; NANNI, M.R.<sup>1</sup>; FURLANETTO, R.H.<sup>1</sup>; SILVA, G.F.C.<sup>1</sup>; SILVA, M.C.<sup>2</sup>; SIBALDELLI, R.N.R.<sup>3</sup>; MERTZ-HENNING, L.M.<sup>4</sup>; NEPOMUCENO, A.L.<sup>4</sup>; NEUMAIER, N.<sup>4</sup>; FARIAS, J.R.B.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Maringá, PR, <sup>1</sup>luiscrusiol@gmail.com; <sup>2</sup> Unifil, Graduanda em Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC;

<sup>3</sup> Matemático, Especialista em Estatística; <sup>4</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR

## Introdução

A produção brasileira de soja desempenha papel fundamental na agricultura nacional e internacional com impactos diretos na economia global. Para a safra 2016/2017, estima-se que a produção nacional de soja supere 113 milhões de toneladas, número 18% superior à safra anterior, com valores médios de produtividade acima de 3300 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2017). Contudo, é recorrente a ocorrência de secas durante o desenvolvimento da cultura, o que resulta em altas perdas de produtividade (FARIAS et al., 2001). De acordo com Ferreira (2017), as perdas financeiras no Brasil decorrentes da ocorrência de seca no período de produção de soja entre as safras 1976/77 e 2013/14 totalizam mais de 79 bilhões de dólares.

Neste contexto, o sensoriamento remoto, por meio da interação da radiação eletromagnética – planta – sensor, apresenta elevado potencial para identificação das condições dos cultivos agrícolas uma vez que permite avaliação não destrutiva, de forma rápida e com custo relativamente baixo. Por meio de sensores de campo, como espectrorradiômetros, e aerotransportados, como câmeras visível e infravermelho próximo (Vis/NIR) e termal acopladas a VANTs, é possível identificar a condição hídrica da cultura da soja, permitindo melhor manejo e tomada de decisões em relação às práticas culturais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de sensores remotos de campo (hiperespectrais) e aerotransportados (câmeras Vis/NIR e termal acopladas a VANT) para identificação do déficit hídrico na cultura da soja.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido nos campos experimentais da Embrapa Soja, localizada no município de Londrina – PR, na safra 2016/2017 e as condições de cultivo seguiram as recomendações da Embrapa Soja. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições para os tratamentos irrigado (IRR) e não irrigado (NIRR) e seis repetições para os tratamentos estresse hídrico no período vegetativo (EHV) e estresse hídrico no período reprodutivo (EHR). Nas parcelas os tratamentos foram: IRR, NIRR, EHV e EHR. As parcelas dos tratamentos EHV e EHR foram instaladas sob abrigos móveis, programados para fecharem (ou no período vegetativo ou reprodutivo) sempre que precipitações pluviométricas superiores a 0,1 mm fossem registradas pela estação meteorológica instalada dentro da área experimental. Nas subparcelas os tratamentos foram cultivares de soja convencionais e linhagens GMs para tolerância à seca.

A semeadura ocorreu no dia 19 de outubro de 2016 e a indução do estresse hídrico no período vegetativo se deu a partir do dia 25 de novembro de 2016 até o momento do florescimento (12 de dezembro de 2016). A partir de então, iniciou-se o estresse hídrico reprodutivo, permanecendo até a colheita. Os dados espectrais discutidos no presente trabalho foram coletados aos 44 dias após a semeadura (DAS).

Por meio do espectrorradiômetro Fieldspec 3 Jr, sensor hiperespectral com resolução espectral de 3 nm entre 350 e 1400 nm e de 30 nm entre 1400 e 2500 nm, foram realizadas medidas de reflectância de quatro cultivares (uma considerada sensível à seca e três GM para tolerância à seca), denominadas nesse trabalho como cultivar 'a', 'b', 'c' e 'd' respectivamente, submetidas aos tratamentos IRR e EHV. Os tratamentos foram selecionados por serem esses os mais contrastantes no momento da leitura, uma vez que o tratamento EHR não havia começado, estando em condições similares às do tratamento NIRR. Os dados obtidos foram avaliados por meio de sua assinatura espectral e também por meio de índices de vegetação (IV), gerados a partir das bandas do espectro visível (vermelho, verde e azul), infravermelho próximo (NIR) e infravermelho de ondas curtas (SWIR): NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), GNDVI (*Green Normalized Difference Vegetation Index*), BNDVI (*Blue Normalized Difference Vegetation Index*), EVI (*Enhanced Vegetation Index*), NMDI (*Normalized Multi-band Drought Index*) e MSI (*Moisture Stress Index*).

Simultaneamente, com uso de veículo aéreo não tripulado – VANT – modelo Tarot Iron Man 1000, equipado com oito motores (octocóptero), realizou-se o aeromapeamento das parcelas experimentais. Ao VANT foram acopladas duas câmeras digitais multiespectrais Fujifilm EXR S200, sensíveis à radiação do espectro visível (Vis) e infravermelho próximo (NIR). A aquisição e processamento de imagens multiespectrais se deram de acordo com a metodologia utilizada por Crusiol et al. (2017). Assim, a partir das referidas imagens foram calculados os índices NDVI, GNDVI, BNDVI e EVI.

Juntamente com as câmeras Vis/NIR, acoplou-se ao VANT uma câmera termal Diy – Thermocam, sensível a temperaturas entre -40 e 200 °C com acurácia de 0,5°C. Dessa forma, foram avaliadas as temperaturas do dossel dos tratamentos IRR, NIRR, EHV e EHR em relação à temperatura do ar, registrada pela estação meteorológica instalada no interior da área experimental.

## Resultados e Discussão

Os valores médios de reflectância da cultivar 'a' submetida aos dois tratamentos avaliados estão apresentados na Figura 1. Embora esses dados sejam referentes a cultivar 'a', eles remetem às feições espectrais das demais cultivares avaliadas submetidas aos tratamentos IRR e EHV.

É possível observar que plantas submetidas ao déficit hídrico no vegetativo apresentaram maiores valores de reflectância no espectro visível (associado à radiação fotossinteticamente ativa), indicando menor absorção dessa radiação, muito provavelmente devido às menores taxas fotossintéticas e condutância estomática apresentada por plantas submetidas à seca (CARVALHO et al., 2015).

Outro intervalo espectral que se mostrou sensível à disponibilidade hídrica ao cultivo da soja foi o infravermelho, sobretudo as porções SWIR II e SWIR III (infravermelho de ondas curtas), amplamente associadas ao conteúdo de água foliar. Assim, plantas submetidas ao déficit hídrico apresentaram maior reflectância nessas faixas espectrais quando comparadas às plantas do tratamento irrigado.

Os IVs obtidos por meio do espectrorradiômetro (Figura 2) apresentaram comportamentos distintos em relação aos tratamentos de acordo com a cultivar avaliada, sendo que dentre os IVs avaliados foi observada elevada capacidade de diferenciação da disponibilidade hídrica às plantas. Outra importante vantagem do uso de sensores hiperespectrais é a possibilidade de seleção de bandas específicas com resposta aos tratamentos avaliados, informações dificilmente obtidas por meio de plataformas aéreas.

Já em relação aos IVs obtidos por meio de câmeras Vis/NIR (Figura 3), esses, assim como os obtidos por sensor hiperespectral, apresentaram sensibilidade à condição hídrica da vegetação, sobretudo para o NDVI, o qual apresentou valores superiores para o tratamento IRR quando comparado ao EHV, seguindo o mesmo comportamento apontado por Crusiol et al. (2016). Quando comparados aos IVs obtidos por meio de

sensor hiperespectral, os IVs obtidos por meio de VANT apresentaram valores inferiores àqueles, porém, com maior amplitude entre os tratamentos avaliados, apontando para possibilidade de uso de sensores acoplados a plataformas aéreas para o monitoramento do estresse hídrico em soja.

Na Figura 4, está apresentada a imagem termal obtida por meio de câmera termal acoplada ao VANT. Visivelmente, é possível observar amplas variações de temperatura na área imageada. Essas variações se dão tanto pelo uso do solo, como solo exposto, vegetação e coberturas metálicas, como por variações inerentes aos tratamentos avaliados, como plantas com e sem irrigação e plantas submetidas ao estresse hídrico.

Com o objetivo de melhor descrever o comportamento térmico registrado, na Figura 5 estão apresentados os valores médios de temperatura do dossel dos tratamentos avaliados. A maior temperatura foi observada para o tratamento EHV (29,5 °C), superando a temperatura do ar (28,3 °C). Temperatura foliar acima da temperatura do ar é considerada um indicativo da ocorrência de estresse hídrico (CARVALHO et al., 2015; CRUSIOL et al., 2016). De forma oposta, o tratamento IRR, sem restrição hídrica, apresentou a temperatura mais baixa (23,1 °C), sendo que tratamentos que receberam apenas água de precipitação pluviométrica (NIRR e EHR) apresentaram temperaturas com valores próximos entre si.

Todos os sensores avaliados mostram-se sensíveis às variações dos tratamentos avaliados, sendo que a aplicabilidade de cada sensor deve se dar de acordo com o resultado almejado. Ou seja, o espectrorradiômetro em nível de campo apresenta a vantagem de maior refinamento dos valores espectrais obtidos, além de operar em uma larga faixa espectral com curtos intervalos de bandas, o que permite a geração de inúmeros índices de vegetação além da seleção de bandas espectrais específicas para resposta à seca. Já câmeras Vis/NIR acopladas ao VANT, embora tenham menor refinamento dos valores espectrais obtidos, permitem rápida aquisição de informações em amplas extensões

territoriais e asseguram a geração de índices de vegetação com valores condizentes com aqueles obtidos pelo espectrorradiômetro. Por fim, a câmera termal permite, de forma rápida, a aquisição de temperatura da superfície, possibilitando inferências sobre as condições dos alvos imageados, sobretudo da vegetação, a qual responde diretamente à condição hídrica, e em especial da cultura da soja em condição de seca.

## Conclusão

Por meio das avaliações espectrais realizadas, utilizando espectrorradiômetro de campo e também sensores operados em nível aéreo, como câmeras visível, infravermelho e termal, foi possível a diferenciação da condição hídrica de cultivares de soja.

## Referências

CARVALHO, J. de F. C.; CRUSIOL, L. G. T.; PERINI, L. J.; SIBALDELLI, R. N. R.; FERREIRA, L. C.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B. Phenotyping soybeans for drought responses using remote sensing techniques and non-destructive physiological analysis. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2015.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. (2017) **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, oitavo levantamento, safra 2016/17**. Brasília: Conab, maio, 2017. 144 p.

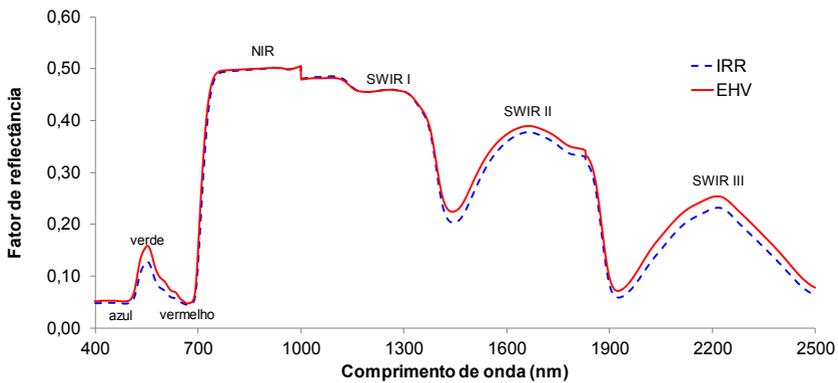
CRUSIOL, L. G. T.; NANNI, M. R.; SILVA, G. F. C.; FURLANETTO, R. H.; GUALBERTO, A. A. da S.; GASPAROTTO, A. de C.; PAULA de M. N. Semi professional digital camera calibration techniques for Vis/NIR spectral data acquisition from an unmanned aerial vehicle. **International Journal of Remote Sensing**, v. 38, n. 8-10, p. 2717-2736, 2017.

CRUSIOL, L. G. T.; SIBALDELLI, R. N. R.; NEIVERTH, W.; FERREIRA, L. C.; PROCOPIO, S. de O.; MERTZ-HENNING, L. M.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B. NDVI variation according to the time of measurement, sampling size, positioning of sensor and water regime in different soybean cultivars. **Precision Agriculture**, Dordrecht, NL, ago. 2016. DOI: 10.1007/s11119-016-9465-6.

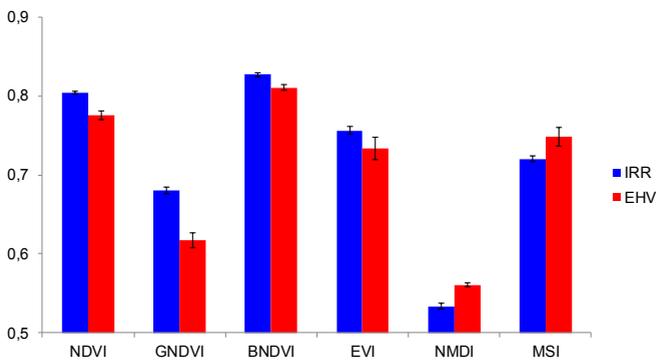
FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R. de; EVANGELISTA, B. A.; LAZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.

Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n.3, p. 415-421, 2001

FERREIRA, R. C. **Quantificação das perdas por seca na cultura da soja no Brasil.** 2017. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.



**Figura 1.** Curvas espectrais da 'cultivar a' submetida aos tratamentos IRR (Irrigado) e EHV (Estresse hídrico no vegetativo).



**Figura 2.** Índices de vegetação obtidos por meio do espectrorradiômetro da cultivar 'a' submetida aos tratamentos IRR e EHV. Barras de erro correspondem ao erro padrão da média.

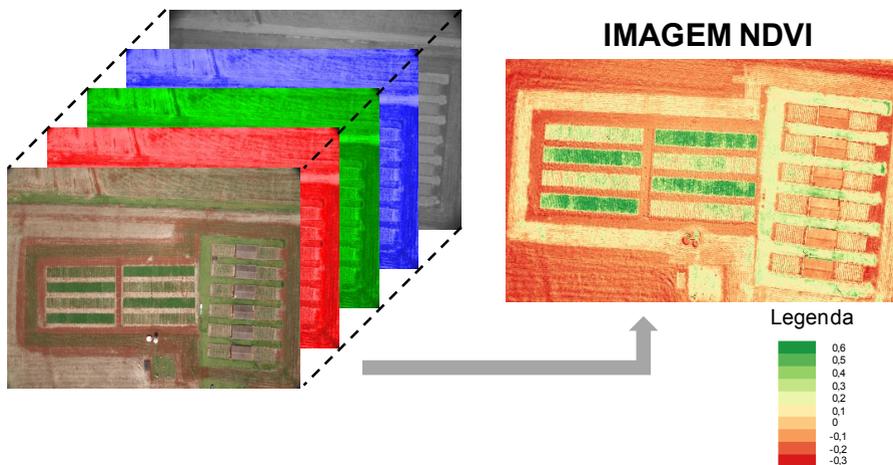


Figura 3. Imagem Vis/NIR (à esquerda) e NDVI (à direita) obtidas por meio de VANT.

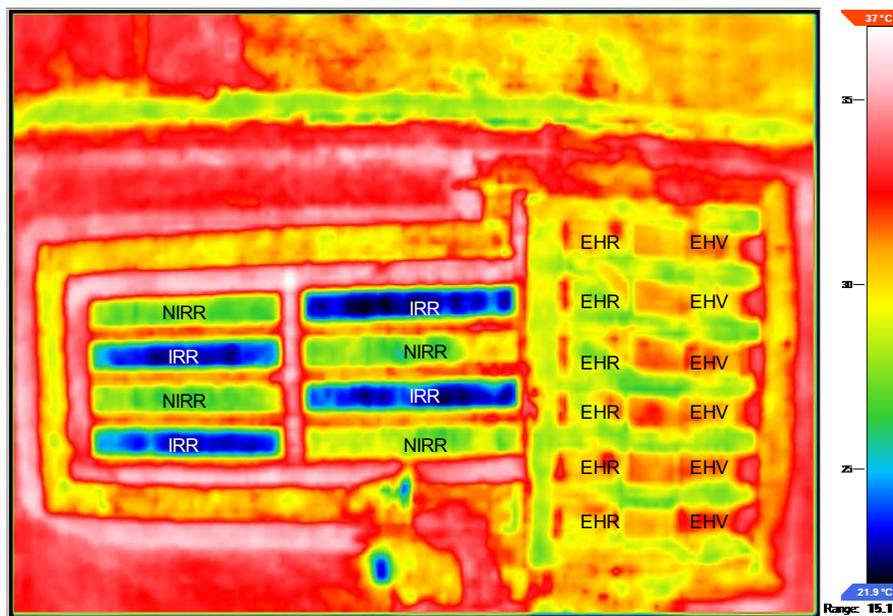
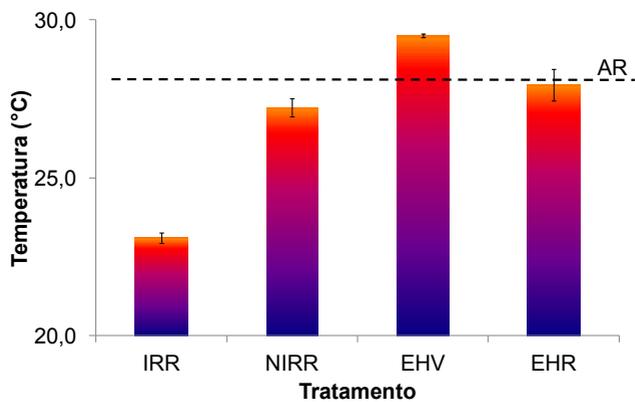


Figura 4. Imagem termal obtida por meio de câmera termal acoplada ao VANT e identificação dos tratamentos avaliados.



**Figura 5.** Temperatura foliar dos tratamentos avaliados e temperatura do ar. Barras de erro correspondem ao erro padrão da média.

# Uso da armadilha multicolor na captura de visitantes florais na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]

ROMPATO, M.S.<sup>1</sup>; CORRÊA-FERREIRA, B. S.<sup>2</sup>; GAZZONI, D.L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Filadélfia, Bolsista Fundação Eliseu Alves-Embrapa/Bayer, Londrina, PR mariosr-luiz@gmail.com; <sup>2</sup>Pesquisadora aposentada, Embrapa Soja; <sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Soja

## Introdução

A soja é considerada uma espécie autógama, com órgãos masculinos e femininos na mesma planta e com flores perfeitas (SEDIYAMA et al., 1985), prevalecendo na cultura a autopolinização (DEPLANTE; MAYER, 2000). Entretanto, estudos demonstraram o aumento na produtividade quando polinizadores bióticos visitaram as flores dessa planta (FÁVEIRO; NOGUEIRA-COUTO, 2000; MILFONT, 2012; NOGUEIRA-COUTO, 1994; TOLEDO et al., 2011).

Dentre os insetos conhecidos como polinizadores, destaca-se *Apis mellifera* L., responsável por 80% da polinização entomófila (D'AVILA; MARCHINI, 2005; McGREGOR, 1976). As abelhas são atraídas por flores que possuem cores vivas, como azul, lilás, amarelo e guias nectários, área de pouso, odor agradável e que produzem e oferecem

algum tipo de recurso floral (PROCTOR et al., 1996; SIGRIST, 1995). Levantamentos das espécies de abelhas têm sido realizados em diferentes culturas e ambientes, utilizando diferentes métodos de coleta. O primeiro estudo no Brasil foi realizado por Sakagami et al. (1967) com a rede entomológica, sendo esta ferramenta utilizada até os dias atuais, como referência de método de amostragem na coleta de abelhas nas flores. Outra metodologia utilizada na coleta de machos de vespas do gênero *Euglossini* são iscas de cheiro contendo compostos aromáticos sintéticos similares aos encontrados em flores de algumas orquídeas e de outras plantas (PERUQUETTI et al., 1999).

Armadilhas do tipo “pan trap” confeccionada com pratos coloridos foram utilizadas na coleta de abelhas por Maues et al. (2011), em monitoramentos realizados em sistemas agrofloretais no Pará. É um método de baixo custo e não sofre a influência da habilidade e experiência do coletor nas amostragens (CAMPBELL; HANULA, 2007, GOLLAN et al., 2011). Modelos semelhantes com potes ou frascos coloridos e com algumas variações na confecção foram também utilizados na coleta de visitantes florais na cultura do algodão (PIRES et al., 2006).

O número de abelhas vem diminuindo radicalmente no mundo, mas ainda não está totalmente definido o motivo para tal redução, apesar de existirem várias hipóteses como, por exemplo, a disseminação do uso de agrotóxicos, que enfraquecem as colônias; a ação de parasitas, que atacam os órgãos ou o sistema respiratório das abelhas e a retirada de florestas e jardins para dar lugar às construções. Possivelmente não são apenas essas ações de forma isolada, mas sim a soma desses vários fatores que levaram a construção do cenário negativo atual para esses polinizadores (BEER, 2016). Frente a esse contexto, vários estudos vêm sendo realizados em diferentes partes do mundo com as abelhas e visitantes florais. Neste cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da armadilha multicolor na captura dos visitantes florais durante o florescimento da soja, em dois períodos de exposição.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Londrina-PR (23° 28'44,72" S, 50° 59'03,24" O) na safra 2016/2017 em lavoura de soja semeada com a cultivar BRS 388RR, em 8/11/2016. Foram instaladas quatro armadilhas, em uma área de 2000 m<sup>2</sup>, distribuídas casualmente, sendo as leituras realizadas semanalmente no período do florescimento da soja (R1-R2), com tempo de exposição de 24 e 48 horas para a coleta dos insetos.

Cada armadilha continha uma haste central de 1,20 m de comprimento com duas bases laterais dispostas em posições contrárias e em alturas distintas e ajustáveis conforme o desenvolvimento das plantas, uma inferior que ficava normalmente no interior das plantas de soja e outra base superior que ficava na altura ou um pouco acima do dossel das plantas.

Cada base continha três potes de plástico de 500 ml pintados com tinta de efeitos luminosos (ColorGin) nas cores branco, amarelo e azul (Figura 1). As armadilhas foram instaladas nas entre linhas da soja, sendo, semanalmente, montadas adicionando-se água com detergente nos diferentes potes coloridos e feita a coleta dos insetos após os períodos de captura pré-estabelecidos.

No laboratório os insetos foram processados, sendo considerados apenas os himenópteros, com exceção das formigas que foram descartadas. Para registro e tabulação dos dados, os himenópteros foram classificados em três grandes grupos: *Apis* sp., outras abelhas e outros himenópteros, que foram conservados em álcool 70%. O material foi encaminhado aos taxonomistas do Museu de Zoologia da Universidade Federal do Paraná para a identificação das espécies, sendo amostras das espécies identificadas mantidas na coleção de insetos da Entomologia da Embrapa Soja.

## Resultados e Discussão

O levantamento dos visitantes florais foi realizado no período de 12/01 a 16/02/2017, durante o florescimento da soja. Nessa fase da cultura, foram avaliadas seis coletas de insetos, com dois períodos de exposição das armadilhas/data (24 e 48 h). Com 24 horas de exposição foi capturado um total de 144 himenópteros e um montante 1,6 vezes maior (224 himenópteros) quando o tempo de captura foi de 48 horas, correspondendo a um número total médio/coleta de 24,0 e 37,3 insetos, respectivamente (Figuras 2 e 3).

Com relação às cores branca, amarela e azul utilizadas nas armadilhas, observou-se, para o período de 48 horas de exposição, uma quantidade maior de *Apis* sp. capturada pela cor branca, mostrando, preliminarmente, uma certa atração pelo branco em relação às demais cores testadas (Figura 3). Entretanto, esse comportamento não foi observado para *Apis* sp. no tempo de captura de 24 horas (Figura 2). Para o grupo das outras abelhas, o maior número foi registrado na cor azul com valores médios de 3,7 e 4,2 abelhas coletadas em 24 e 48 horas, respectivamente (Figuras 2 e 3), sendo as menores coletas verificadas nos potes de cor branca (1,3 e 1,3 abelhas). Pelos resultados obtidos, embora bastante preliminar, verificou-se uma maior preferência pela cor azul, seguida do amarelo e do branco, para esse grupo de outras abelhas.

Considerando os dois períodos de exposição, para o grupo dos outros himenópteros, verificou-se um maior número de insetos capturados na cor amarela, embora com pequena diferença para o total coletado pela cor azul.

Quanto à posição dos potes localizados no interior das plantas (inferior) ou na altura do dossel da soja (superior), observou-se uma flutuação grande nas diferentes datas de coleta (Tabela 1), não se constatando uma relação clara entre os grupos de *Apis* e outras abelhas capturadas e a posição dos potes na cultura da soja. Para outros himenópteros, verificou-se que os potes localizados na parte superior das plantas co-

letaram um maior número de insetos em relação àqueles localizados no interior das plantas, sendo 1,9 e 1,4 vezes maior para 24 e 48 horas de exposição, respectivamente.

Nesse estudo piloto com o uso das armadilhas multicolor, os resultados mostraram a viabilidade de utilização desse método na coleta de insetos visitantes na cultura da soja, entretanto há necessidade de estudos complementares e mais detalhados para os ajustes e calibração do método nesta cultura.

## Conclusão

Embora de forma preliminar, os resultados obtidos indicam que a armadilha multicolor é um método que pode ser utilizado na coleta dos himenópteros que visitam a cultura da soja, sendo 48 horas o melhor tempo de exposição e preliminarmente, a cor branca como a mais atrativa para *Apis* sp., enquanto o azul é para o grupo das outras abelhas.

## Referências

BEER, R. Porque salvar as abelhas. **Revista Veja**, v. 49, n. 8, p. 84-87, 2016.

CAMPBELL, J.W.; HANULA, J.L. Efficiency of malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. **Journal of Insect Conservation**, v. 11, n. 4, p. 399-408, 2007.

D' AVILA, M.; MARCHINI, L.C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.1, p.79-90, 2005.

DEPLANTE, K.S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: CABI, 2000. 344p.

FÁVERO, A.C.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. var. FT 2000). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000.

GOLLAN, J.R.; ASHCROFT, M.B.; BATLEY, M. Comparison of yellow and white pan traps in surveys of bee fauna in New South Wales, Australia (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). **Australian Journal of Entomology**, v.50, n. 2, p.174-178, 2011.

MAUÉS, M.M.; SOUSA, J.T.A. de; MOURA, T.D.S.A. de; SANTOS, A.C.S. dos. Biomonitoramento de abelhas com pantraps em um sistema agroflorestral em Tomé-Açu, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém. **Anais ...** Belém: CBSAF, 2011.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: USDA, 1976. (Agriculture handbook, 496).

MILFONT, M.D.O. **Uso da abelha melífera (*Apis mellífera* L.) na polinização e aumento de produtividade de grãos em variedade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) adaptadas às condições climáticas do nordeste brasileiro**. 2012. 129f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

NOGUEIRA-COUTO, R.H. Polinização com abelhas africanizadas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 1., Ribeirão Preto, 1994. **Anais...** São Paulo, p. 101-117, 1994.

PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M.; LISBOA L.C.O. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, n.2, p.101-118, 1999.

PIRES, C; SILVEIRA, F. A.; PEREIRA, F. O.; PAES, J. S. de O.; SUJII, E. ; FONTES, E. **Protocolo de amostragem de visitantes florais em algodoeiro (*Gossypium* spp)**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 19 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 131).

PROCTOR, R.M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins Publishers, 1996. 479 p.

SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S.; MOURE, J.S. Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (Pr), South Brazil - preliminary report. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University Ser. 6, Zoology**, v.16, p. 253-291, 1967.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J. L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 96p. 1985.

SIGRIST, M.R. A polinização pelas abelhas. In: MORELLATO, P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas: UNICAMP, 1995. p. 46-49.

TOLEDO, V. A. A. de; MALERBO-SOUZA, D. T.; FILHO, J. C. S.; PINTO, A. S. P.; RUVULO-TAKASUSUK, M. C. C.; CHAMBÓ, E. D. Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja var. mon soy 3329. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 123-130, 2011.

**Tabela 1.** Número total de insetos coletados pela armadilha multicolor, quanto à posição dos potes em relação às plantas de soja em 24 e 48 horas de exposição.

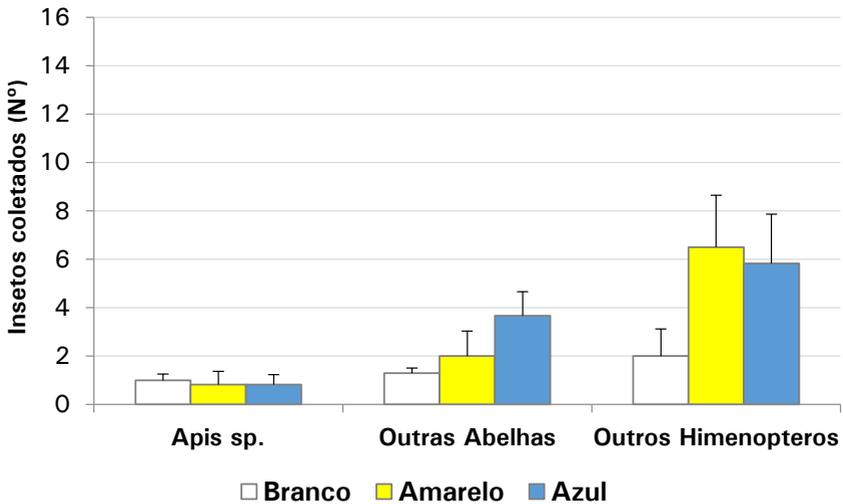
Insetos coletados	24 horas		48 horas	
	Inferior*	Superior*	Inferior*	Superior*
<i>Apis</i> sp.	10	6	7	12
Outras abelhas	24	18	25	25
Outros himenópteros	30	56	58	80
Total	64	80	86	138

\* Inferior = potes no interior das plantas de soja; Superior = potes acima do dossel das plantas

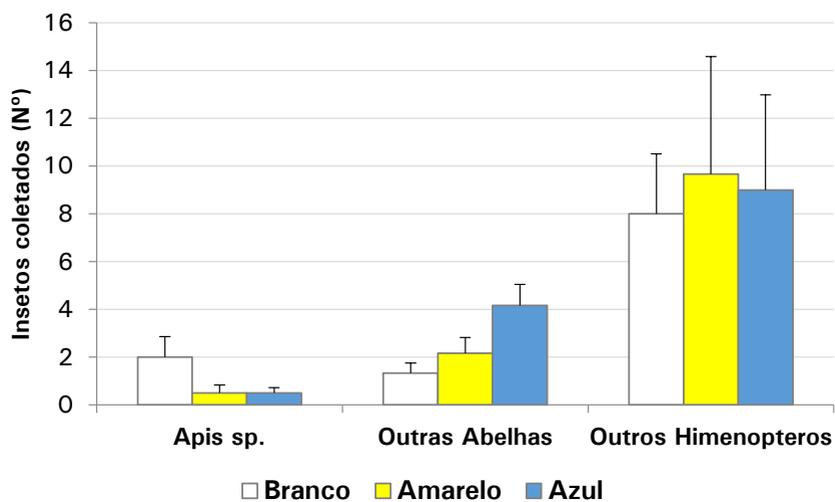
Foto: M.S. Rompato



**Figura 1.** Modelo da armadilha multicolor utilizada na captura dos visitantes florais na cultura da soja



**Figura 2.** Número total médio de himenópteros coletados pela armadilha multicolor em 24 horas de exposição, durante o florescimento da soja.



**Figura 3.** Número total médio de himenópteros coletados pela armadilha multicolor em 48 horas de exposição, durante o florescimento da soja.

# Avaliação do método de adição de padrão para determinação de Co e Mo em tecido vegetal via ICP-OES

QUAREZEMIN, M.A.K.<sup>1</sup>; MANTOVANI, A.L.<sup>2</sup>; GERMANO, M.G.<sup>2</sup>; CASTRO, C. de<sup>3</sup>; OLIVEIRA JUNIOR, A. de<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UTFPR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, melinakaizerutfpr@gmail.com; <sup>2</sup>Embrapa Soja, Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal; <sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Soja.

## Introdução

O tecido vegetal é composto por elementos essenciais que são avaliados através da análise química para determinar o estado nutricional das plantas (SILVA, 2009). As plantas absorvem os elementos minerais essenciais em quantidades específicas necessárias ao seu desenvolvimento, sendo a quantidade o critério que define os nutrientes em macronutrientes e micronutrientes. São considerados macronutrientes primários os elementos nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) por serem requeridos em grandes quantidades, assim como o cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Estes elementos fazem parte de moléculas essenciais e possuem função estrutural nas plantas. Já os micronutrientes são aqueles elementos requeridos em pequenas quantidades, como o boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn); estes constituem estruturas enzi-

máticas e têm função reguladora. Malavolta (2006) ainda acrescenta três micronutrientes à lista dos essenciais: o cobalto (Co), o níquel (Ni) e o selênio (Se).

O Mo é necessário para a síntese e ativação (co-fator) da nitrato redutase, enzima que reduz o nitrato nas plantas no processo de fixação biológica do N (FBN) pelas bactérias simbióticas. A maior parte do Mo presente no solo está em formas oclusas, no interior de minerais primários e secundários. O intemperismo desses minerais libera íons molibdato, cuja solubilidade aumenta em condições alcalinas. Os sintomas de deficiência de Mo consistem geralmente no amarelecimento das folhas e diminuição no crescimento vegetal. No caso das leguminosas como a soja (*Glycine max*), a falta de Mo provoca sintomas de deficiência de N em função do decréscimo na fixação de N pela planta. O Co é um nutriente absorvido pelas raízes como  $\text{Co}^{2+}$ , considerado móvel no floema, o que causa sua acumulação nas margens e pontas das folhas. É essencial para fixação do N, pois participa na síntese de cobamida e da leghemoglobina nos nódulos. Sua deficiência causa clorose total, seguida de necrose nas folhas mais velhas (MANEJO DO SOLO, 1993).

O método padrão para análise de Mo e Co em tecido vegetal tem como princípio a análise dos metais dissolvidos na solução (extrato ácido) (GINÉ-ROSIAS, 1998) por técnica de espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES). Durante a transição dos átomos do estado excitado para o estado fundamental, cada elemento químico emite um sinal de comprimento de onda definido. O sinal obtido é captado por um detector, registrado e convertido em unidades de concentração. Porém, este método possui limitações que envolvem os Limites de Quantificação (LQ) e Detecção (LD), principalmente para analitos encontrados em baixas concentrações, como é o caso do Co e Mo.

A adição de padrão analítico é uma alternativa ao método convencional muito empregada em análises por espectrometria de absorção ou de emissão atômica. Consiste na adição de quantidades conhecidas do padrão analítico (*spiking*) em diferentes concentrações, seguida pela

determinação da concentração do analito adicionado. Isso é possível a partir da equação da reta, que tem seu eixo x com as concentrações das amostras e no eixo y tem-se a área quantificada dos espectros em questão. A adição padrão é especialmente apropriada quando a composição da amostra é complexa e afeta o sinal analítico (HARRIS, 2005).

Este trabalho avaliou a eficiência analítica da técnica de adição de padrão, quanto a capacidade de melhorar a detecção de Co e Mo via ICP-OES em folhas de soja.

## **Material e Métodos**

### **Seleção das amostras**

A variedade BRS 1010IPRO possui ciclo precoce, tipo de crescimento indeterminado, excelente resistência ao acamamento e arquitetura de planta favorável ao manejo fitossanitário. Foram selecionadas 5 amostras com distintos tratamentos para folhas de soja coletadas nos estádios V1 (unifoliolada) e R2 (3º trifólio, sem pecíolo), de acordo com a escala proposta por Fehr e Caviness (1977), com três repetições a campo cada (Tabela 1), num total de 15 amostras. Para fins estatísticos, cada uma das amostras foi analisada em triplicata, totalizando 45 amostras de laboratório.

### **Digestão úmida de tecido vegetal via micro-ondas**

Foram utilizados 0,5 g de tecido vegetal, e o volume final foi aferido para 15 mL (diluição de 30x). As amostras foram digeridas em Forno de Micro-ondas Marca CEM, Modelo Mars Xpress, utilizando-se 6 mL de solução aquosa de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), e 2 mL de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) a 130 V. A partir de cada uma das 45 amostras analisadas, foram retiradas 4 alíquotas de extrato ácido, que foram utilizadas para adição dos padrões de Co e Mo, nas concentrações descritas na Tabela 2, totalizando 180 leituras.

## Determinações analíticas

Como equipamento analítico foi utilizado o Espectrômetro de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), marca PerkinElmer, modelo *Optima 8300* (Dual View).

## Tratamento estatístico

As intensidades de emissão atômica obtidas a partir das leituras em ICP-OES para as quatro concentrações dos analitos (Tabela 2) foram utilizadas para a determinação do intercepto e da inclinação da reta, para posterior cálculo da concentração de Co e Mo. A determinação da concentração foi feita por extrapolação (Figura 1). As médias de concentração foram dadas em mg/kg do elemento na amostra.

Outro teste estatístico utilizado foi proposto por Leite & Oliveira (2002), para verificar se houve identidade entre os métodos. Este procedimento é empregado para comparar duas variáveis dependentes quantitativas, combinando três testes: i) o teste  $F(H_0)$  para verificar simultaneamente se os estimadores do modelo de regressão linear  $b_0$  e  $b_1$  são iguais a 0 e 1, respectivamente; ii) o teste t para o erro médio ( $t_{\text{erro médio}}$ ), que avalia se existe algum viés (bias) entre as variáveis e está relacionado a acurácia e/ou precisão do método proposto em relação ao método padrão; e iii) análise do coeficiente de correlação linear ( $r_{y_{ij}}$ ) em comparação ao erro médio [ $(r_{y_{ij}}) \geq |1 - \text{erro médio}|$ ]. Com base nessas estatísticas, é proposta uma regra de decisão para o teste de hipótese de identidade entre dois grupos de dados quantitativos. Os métodos são considerados idênticos quando os resultados para os três testes forem:

$$\text{a) } F(H_0) = \text{ns}; \quad t_{\text{erro médio}} = \text{ns}; \quad [(r_{y_{ij}}) \geq |1 - \text{erro médio}|] = \text{Sim}$$

$$\text{b) } F(H_0) = *; \quad t_{\text{erro médio}} = \text{ns}; \quad [(r_{y_{ij}}) \geq |1 - \text{erro médio}|] = \text{Sim}$$

## Resultados e Discussão

As médias de concentração de Co e Mo para os métodos sem e com adição de padrão estão sumarizadas na Tabela 3.

No tratamento sem CoMo (controle, método padrão) de amostras de folhas unifolioladas, somente o Co foi detectado, e a sensibilidade da técnica, tanto para método convencional quanto para adição de padrão, permaneceu praticamente inalterada, com aumento pouco pronunciado no sinal analítico. A aplicação do CoMo no TS por si só, já possibilitou a determinação destes nutrientes nas amostras de folha unifoliolada, sendo que, a técnica da adição de padrão não trouxe ganhos neste caso, pelo contrário, já que os teores de Co e Mo foram inferiores aos medidos de forma direta (padrão).

Para as amostras coletadas no estágio R2, para o tratamento controle (S/ CoMo) a adição de padrão não melhorou a sensibilidade e a consequente detecção de sinal, visto que, somente na repetição 3 se obteve concentração de Co e Mo superiores ao Limite de Quantificação do equipamento. Nos tratamentos com aplicação de CoMo, seja no TS ou via foliar, as médias de concentração para Mo apresentaram discreto aumento para o método de adição de padrão, entretanto, o Co também não foi detectado com confiabilidade analítica, indicando que essa técnica, melhoraria, parcialmente a determinação de CoMo, utilizando o ICP-OES.

O método de adição de padrão é geralmente empregado em análises por espectrofotometria de absorção atômica ou de emissão, para validação de métodos ou para avaliar a especificidade e a sensibilidade. Estes termos definem a capacidade do método de detectar o analito de interesse em presença de outros componentes (interferentes) na matriz (BRITO et al., 2003). No presente trabalho este método foi utilizado com o objetivo de aumentar a sensibilidade do sinal analítico, visando a detecção de Co e Mo, cuja concentração pode ser calculada por extração (indireta).

O teste proposto por Leite & Oliveira (2002) (Figura 2) demonstrou que houve identidade estatística entre as concentrações de Co e Mo determinadas em ICP-OES pelo método convencional e com adição de padrão, indicando que esta técnica foi adequadamente aplicada. Em ambos os casos, a identidade foi verificada pelo atendimento das pressuposições do teste t para o erro médio, que não foi significativo.

## Conclusão

Houve identidade estatística entre os métodos, portanto, a técnica foi bem empregada. Entretanto, a adição de padrão não permitiu detectar Co e Mo em condições que o método padrão não detectou, ou seja, não melhorou a capacidade de quantificação destes micronutrientes, via ICP-OES.

Ainda assim, como se trata de um primeiro ajuste da técnica de adição de padrão, novos estudos deverão ser conduzidos procurando ajustar os parâmetros do método, tais como, doses de Co e Mo adicionadas, amplitude de curva de calibração e diluições.

## Referências

BRITO, N.; AMARANTE-JUNIOR, O. P.; POLESE, L.; RIBEIRO, M. L. Validação de métodos analíticos: estratégia e discussão. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.13, p.129-146, 2003.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1981. 12 p. (Iowa Cooperative Extensive Service. Special Report, 80).

GINÉ-ROSIAS, M. F. **Espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-AES)**. Piracicaba: CENA, 1998. 148 p.

HARRIS, D. C. **Análise química quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 876 p.

LEITE, H. G.; OLIVEIRA, F. H. T. Statistical procedure to test the identity of analytical methods. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 33, n. 7-8, p. 1105-1118, 2002.

MANEJO DO SOLO. In: **RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura da soja no Paraná 1993/94**. Cascavel: OCEPAR; Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1993. p. 16-29. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 62).

SILVA, F. C. da. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

**Tabela 1.** Descrição das amostras

Amostra	BRS1010 IPRO	Tratamento	Repetição (campo)	Repetição (Laboratório)	
1	Folha unifoliolada	<i>Controle</i> <sup>1</sup>	R1	1,2,3	
			R2	1,2,3	
			R3	1,2,3	
2		Folha unifoliolada	<i>CoMo no TS</i> <sup>2</sup>	R1	1,2,3
				R2	1,2,3
				R3	1,2,3
3	Folha unifoliolada		<i>Controle</i> <sup>1</sup>	R1	1,2,3
				R2	1,2,3
				R3	1,2,3
4		Trifólio (R2)	<i>CoMo Foliar</i> <sup>3</sup>	R1	1,2,3
				R2	1,2,3
				R3	1,2,3
5	Trifólio (R2)		<i>CoMo TS</i> <sup>2</sup>	R1	1,2,3
				R2	1,2,3
				R3	1,2,3

<sup>1</sup>sem CoMo; <sup>2</sup>aplicação de CoMo no tratamento de semente; <sup>3</sup>aplicação de CoMo foliar (estádio V3/V4)

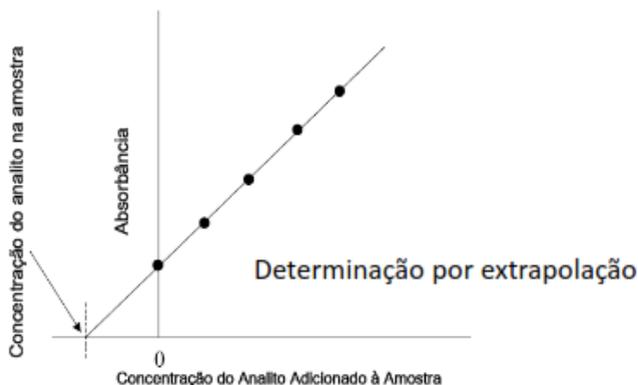
**Tabela 2.** Concentrações utilizadas no método de adição de padrão para Co e Mo

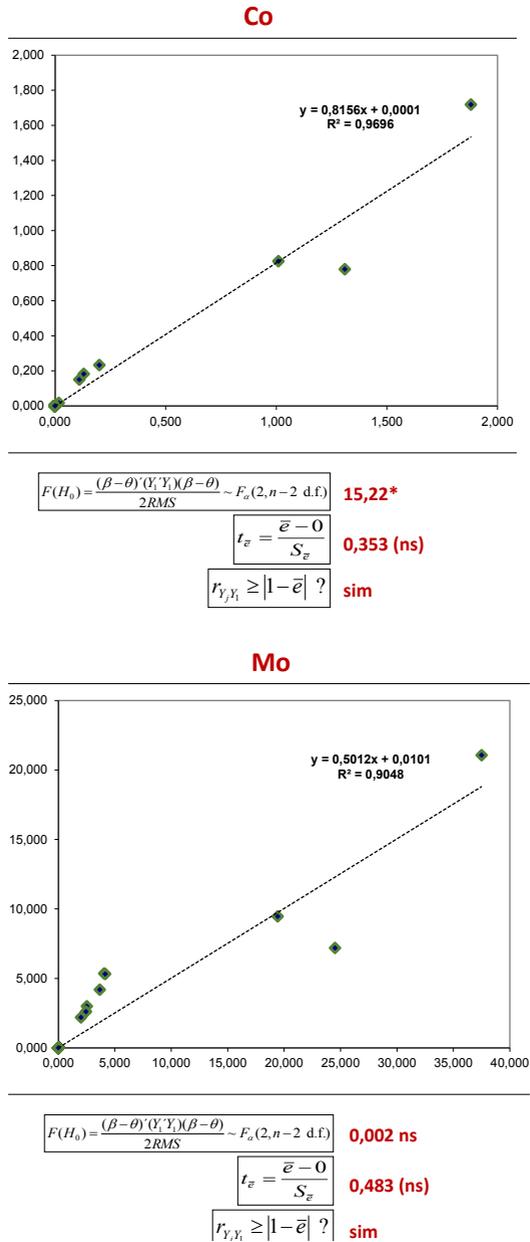
Alíquotas	Co (mg/L)	Mo (mg/L)
1	0 (s/ adição)	0 (s/ adição)
2	0,008	0,032
3	0,0125	0,05
4	0,025	0,1

**Tabela 3.** Estatística descritiva apresentando as concentrações de Co e Mo nas amostras analisadas

Amostra	Repetição	Estádio Fenológico	Tratamento	Co		Mo	
				Média (mg/kg)		Média (mg/kg)	
				Sem Adição	Com Adição	Sem Adição	Com Adição
1	R1	V1	S/ CoMo <sup>1</sup>	0,11	0,15	ND <sup>4</sup>	ND
	R2			0,13	0,18	ND	ND
	R3			0,20	0,23	ND	ND
2	R1	V1	CoMo no TS <sup>2</sup>	1,31	0,78	24,51	7,20
	R2			1,88	1,72	37,49	21,06
	R3			1,01	0,82	19,43	9,47
3	R1	R2	S/ CoMo	ND	ND	ND	ND
	R2			ND	ND	ND	ND
	R3			ND	0,06	ND	1,66
4	R1	R2	CoMo via foliar <sup>3</sup>	ND	0,01	2,52	3,00
	R2			0,02	0,02	2,44	2,61
	R3			ND	ND	2,00	2,19
5	R1	R2	CoMo no TS	ND	ND	4,05	5,36
	R2			ND	0,01	3,66	4,18
	R3			ND	ND	4,15	5,31

<sup>1</sup>Controle sem CoMo; <sup>2</sup>CoMo no tratamento de semente (TS); <sup>3</sup>tratamento CoMo via foliar; <sup>4</sup>ND: não detectado

**Figura 1:** Gráfico do cálculo da concentração do analito por extrapolação.



**Figura 2.** Modelos de regressão linear ajustados para as concentrações de Co e Mo testados no método convencional e as concentrações na condição de adição de padrão.

# Potencial de utilização de sensores multiespectral e hiperespectral no estudo de diferentes alvos agrícolas

FURLANETTO, R.H.<sup>1</sup>; NANNI, M.R.<sup>2</sup>; CRUSIOL, L.G.T.<sup>1</sup>; SILVA, G.F.C.<sup>3</sup>; OLIVEIRA JUNIOR, A. de<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UEM, Estagiário Embrapa Soja - Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal, Londrina, PR, rena-tohfurlanetto@hotmail.com; <sup>2</sup>Professor Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – GALES/UEM;

<sup>3</sup>Doutorando PGA/UEM; <sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Soja

## Introdução

O sensoriamento remoto pode ser definido como uma tecnologia na qual se adquire informações sobre objetos sem que haja contato físico com os mesmos, através do uso de sensores e equipamentos para o processamento de dados (LILLESAND; KIEFER 1994). Os sensores mais amplamente utilizados na agricultura são os sistemas multiespectrais, constituídos por câmaras fotográficas semiprofissionais adaptadas para operar em outras bandas do espectro eletromagnético.

Além dos multiespectrais, existem os sensores hiperespectrais, imageadores ou não-imageadores, que são mais recentes e altamente promissores para aplicação no estudo de plantas. Trata-se de uma tecnologia que tem recebido amplo interesse na pesquisa agrícola, através da de-

teção de mudanças nas características biofísicas e metabólicas nos tecidos das plantas (WEST et al., 2010), além do potencial de aplicação e o tipo de dados que pode gerar (CAMPBELL, 2007). Permite uma caracterização muito mais detalhada e confiável da variabilidade espacial de uma determinada área de estudo, como exemplo, identificação de deficiência nutricional, estágio de desenvolvimento, déficit hídrico, além de modelos estatísticos para predição da produtividade, estado nutricional das plantas, entre outras possibilidades. Por operarem em centenas de bandas espectrais contíguas e estreitas, com altíssima resolução espectral e espacial (sensores imageadores) a avaliação, identificação e classificação de problemas na agricultura só são possíveis através da identificação da “assinatura” espectral ou “resposta espectral” que cada objeto apresenta. Uma vez identificado, tais objetos podem ser classificados e diferenciados através da assinatura espectral. Já os sensores multiespectrais, por operarem em poucas bandas espectrais, apresentam limitações para a identificação mais detalhadas dos alvos desejados. A resolução espectral limitada desse tipo de sensor restringe a identificação genérica dos atributos desejados (VANE; GOETZ, 1993). Embora não apresentem precisão semelhante a um sensor hiperespectral, a utilização de tais sistemas é ampla na agricultura, devido aos custos baixos, quando comparado ao sistema hiperespectral, além da facilidade de aquisição e manuseio dos mesmos.

Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar as diferenças e potencialidades entre o sistema multiespectral obtido por um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulável) e um sistema hiperespectral imageador aerotransportado.

## Material e Métodos

Os tratamentos do experimento possibilitaram grande variação na disponibilidade de fósforo e de potássio no solo, sendo possível detectar sintomas de deficiência destes nutrientes nas plantas. As safras 2016/2017, o experimento vem sendo cultivado com a sucessão soja/milhos safrinha, sendo as avaliações realizadas somente na cultura do milho. No momento da avaliação, as plantas de milho estavam no estágio de desenvolvimento V6, em pleno crescimento vegetativo.

Para obtenção dos dados espectrais, foi realizado um sobre voo no dia 14 de abril de 2017, utilizando de um avião bimotor modelo PA-34-200T Seneca II (Piper Aircraft) onde foi instalado o sensor imageador hiperespectral AisaFENIX junto com a unidade GPS/IMU para coleta de dados referentes à correção geométrica das imagens, e o CPU para armazenamento das imagens, conforme visualizado na Figura 1. O voo foi realizado nos horários entre 12:00 e 15:00 em condição de céu limpo, sem presença de nuvens. As imagens foram corrigidas geometricamente e radiometricamente em laboratório para obtenção das curvas de reflectância dos diferentes objetos estudados.

Para obtenção das imagens multiespectrais foi utilizado um VANT modelo Tarot Iron Man 1000 composto por oito motores brushless de 340 Kv + sistema de transmissão de dados e rádio-controle, equipado com duas câmeras digitais semi-profissionais Fujifilm IS PRO, uma, operando um equipamento nas bandas do vermelho (red - R), verde (green - G) e azul (blue - B) e, a outra, na banda do infravermelho próximo (NIR), utilizando um filtro de  $0,72 \mu\text{m}$ . A obtenção das informações com o VANT foi realizada no dia 17/04/2017, ou seja, após 03 dias do voo com o bimotor.

## Resultados e Discussão

Na Figura 2 é possível observar as diferenças entre uma imagem multiespectral R G B + NIR (4 bandas espectrais) e uma imagem hiperespectral com 363 bandas espectrais. No estudo dos alvos de interesse em sensoriamento remoto hiperespectral é frequentemente utilizado o hipercubo da cena (imagem 3D). Esta imagem 3D contém um empilhamento/sobreposição de imagens bidimensionais, com diferentes comprimentos de onda, onde apresentam duas dimensões espaciais (x linhas - y colunas) e uma dimensão espectral ( $\lambda$  comprimentos de onda). Os sensores hiperespectrais imageadores por operarem em centenas de bandas espectrais contíguas e estreitas, com altíssima resolução espectral e espacial, possibilitam a identificação e classificação de problemas na agricultura através da identificação da “assinatura” espectral ou “resposta espectral” que cada objeto apresenta. Uma vez identificado, tais objetos podem ser classificados e diferenciados através da assinatura espectral.

Embora os sensores multiespectrais sejam limitados quanto ao número de bandas espectrais e resolução espectral, não sendo possível obter a “assinatura espectral” dos alvos, é possível a geração de índices de vegetações que buscam caracterizar parâmetros biofísicos da vegetação como área foliar, fitomassa, radiação fotossinteticamente ativa absorvida, produtividade, entre outros parâmetros.

Uma das utilizações dos índices de vegetação que tem-se tornado promissora é na caracterização de deficiência nutricional em plantas, sendo uma ferramenta extremamente importante para o rápido manejo da adubação de correção evitando maiores perdas na produtividade. Segundo Ponzoni (2001) e Silva Júnior (2007), as deficiências nutricionais são passíveis de serem detectáveis pelo índice NDVI, pois ocorrem alterações fisiológicas e estruturais na planta que promovem alteração no comportamento no espectro de reflectância.

Osborne et al. (2002), trabalhando com doses de nitrogênio e fósforo em milho, encontraram o maior valor de  $R^2$  para o índice GNDVI, obtido de dados de imagem multiespectral, quando analisado o rendimento de grãos, demonstrando a eficiência na utilização do índice para estimar a produção de grãos e deficiência de nutrientes. Os mesmos autores, em outro trabalho com milho, relataram que as reflectâncias no infravermelho próximo e na região azul do espectro eletromagnético, foram as que melhor se destacaram para predição precoce na deficiência de fósforo em milho quando as plantas estavam no estágio de desenvolvimento V6 e V8. Por outro lado, a concentração de nitrogênio na planta foi melhor predita utilizando a reflectância das bandas do vermelho e verde do espectro.

Na Figura 3 é possível observar as diferenças nas curvas espectrais da cultura do milho, grama e solo exposto, obtido pelo sensor imageador hiperespectral aerotransportado. Devido às características na constituição bioquímica das plantas, no comprimento de onda da região do visível do espectro eletromagnético, grande parte da energia é absorvida pelos pigmentos, sendo muito pouco transmitido para o dossel inferior da cultura. No comprimento de onda da região verde ( $0,55 \mu\text{m}$ )

ocorre grande reflectância causando a sensação de tonalidade verde na vegetação que observamos. A alta absorção do comprimento de onda vermelho e azul é devido às grandes concentrações de clorofilas nas folhas, sendo a amplitude dessa absorção variável de espécie para espécie, devido às variações nas concentrações de pigmentos entre as diferentes espécies vegetais (MOREIRA, 2011). Já na região do infravermelho ocorre um aumento significativo da reflectância quando comparado à região do visível, este aumento é devido às propriedades ópticas das folhas decorrente de sua morfologia, onde, de modo geral, quanto mais lacunosa for a estrutura foliar, maior será o espalhamento interno da radiação incidente, e conseqüentemente, maior será também a reflectância.

Já a curva espectral do solo apresenta características distintas do comportamento da vegetação. Na região próxima a  $0,5 \mu\text{m}$  e, também, em regiões do espectro eletromagnético de menor comprimento de onda, ocorrem absorções que podem ser atribuídas à presença de ferro em forma trivalente ( $\text{Fe}^{3+}$ ). HUNT et al., (1971) relata que a presença desta forma de ferro é responsável pela absorção devido a transferências de carga metal-ligante centralizada na região do ultravioleta, mas cuja tendência de baixa energia situa-se na região do visível.

Observa-se também o pico de inflexão na curva próximo a  $2,2 \mu\text{m}$  característico do mineral caulinita. A caulinita é um argilo-mineral frequentemente encontrado nos solos tropicais, trata-se de um mineral formado nos solos pelo intemperismo ou pela alteração hidrotermal de aluminossilicatos, como feldspato, ou como constituinte de rochas sedimentares. As feições características deste elemento são visíveis na região do infravermelho (HUNT; SALISBURY, 1970; HUNT et al., 1971), no infravermelho próximo, as feições mais perceptíveis estão associadas as combinações o alongamento do  $\text{OH}^-$  e as curvaturas de ligação entre  $\text{Al-OH}$  em  $2,2 \mu\text{m}$  (HLAVAY et al., 1977). Observou-se também a feição espectral da gibbsita situada na região do infravermelho, próximo a  $2,3 \mu\text{m}$ .

## Conclusão

Com a evolução na tecnologia de micro sensores a agricultura de precisão tem-se tornado cada vez mais presente nas lavouras através do uso de sensores multiespectrais e hiperespectrais, criando novas possibilidades para o rápido manejo e solução de problemas comuns na agricultura como, a identificação de regiões de baixa fertilidade do solo, espécies invasoras, déficit hídrico, identificação de pragas e doenças, entre outros. Além disso, a criação de modelos matemático-estatísticos tem-se tornado o foco principal nos centros de pesquisas em sensoria-mento remoto, pois trata-se de uma ferramenta extremamente impor-tante que visa substituir métodos laboratoriais geralmente de alto custo e demorados de análises de problemas comuns nas lavouras. Embora os sensores multiespectrais apresentem restrições quanto ao número de bandas espectrais disponíveis para caracterizar problemas especí-ficos, os mesmos apresentam elevado potencial de aplicação através da utilização de filtros espectrais que melhor represente o problema no campo. Aliado a isso, operações de sensoriamento de remoto utilizan-do câmaras multiespectrais acopladas em VANT's diminuem o custo dessas operações e tornam-se um meio rápido e preciso para avaliar o ciclo de desenvolvimento das plantas a campo.

## Referências

CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing**. 4th ed. New York: Guilford Press, 2007. 626 p.

HLAVAY, H.; JONAS, K.; ELEK, S.; INCZEDY, J. Characterization of the particle size and crystallinity of certain minerals by infrared spectrophotometry and other instrumental methods – I. Investigations on clay minerals. **Clays and Clay Minerals**, v. 25, p. 451-456, 1977.

HUNT, G. R.; SALISBURY, J. W. Visible and near-infrared spectra of minerals and rocks: I. Silicate minerals. **Modern Geology**, v. 1, p. 283-300, 1970.

HUNT, G. R.; SALISBURY, J. W.; LENHOFF, C. J. Visible and near-infrared spectra of minerals and rocks: III. Oxides and hydroxides. **Modern Geology**, v. 2, p. 195-205, 1971.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 3rd. ed. New York: John Wiley and Sons, 1994. 750 p.

MOREIRA, A. M. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2011. 422 p.

nitrogen deficiencies in corn using spectral radiance measurements. **Agronomy Journal**, v. 94, n. 6, p. 1215-1221, 2002. DOI: 10.1186/1471-2229-12-63.

OSBORNE, S. L.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; SCHLEMMER, M. R. 2002a. Detection of phosphorus and

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P. R.; MADEIRA NETTO, J. S. (Ed.). **Sensoriamento remoto: reflectância de alvos naturais**. Brasília, DF: Editora UNB, 2001, p. 157-199.

SILVA JÚNIOR, M. C.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; SENA JÚNIOR, D. G.; ABRAHÃO, S. A. Utilização de imagens multiespectrais para detectar diferentes níveis nutricionais na forrageira *Brachiaria decumbens*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 401-406. 1 CD-ROM.

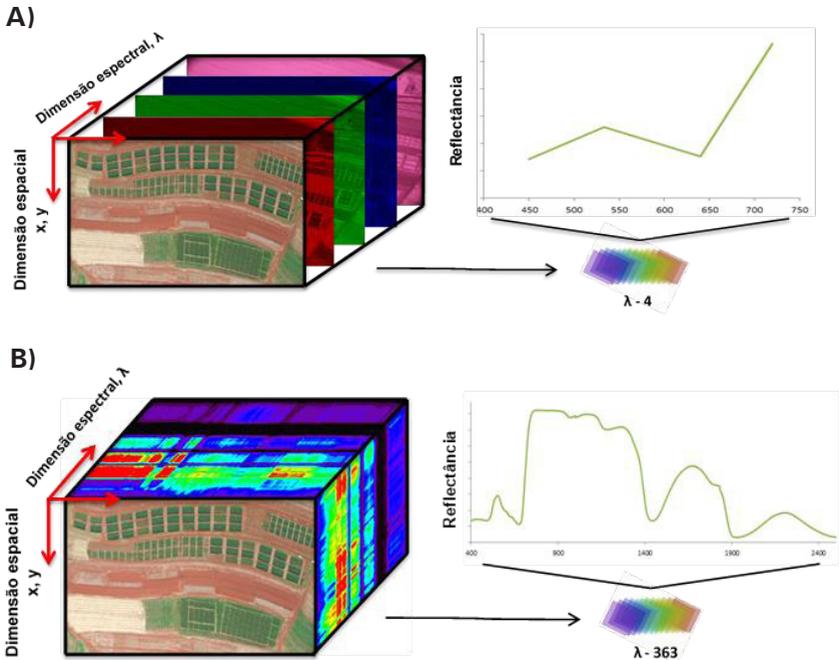
VANE, G.; GOETZ, A. F. H. Terrestrial imaging spectrometry: current status, future trends. **Remote Sensing of Environment**. v. 44, n. 2-3, p. 117-126, 1993.

WEST, J. S.; BRAVO, C.; OBERTI, R.; MOSHOU, D.; RAMON, H.; MCCARTNEY, H. A. Detection of fungal diseases optically and pathogen inoculum by air sampling. In: OERKE, E.C., GERHARDS, R., MENZ, G., SIKORA, R.A. (Eds.) **Precision crop protection - the challenge and use of heterogeneity**. Dordrecht: Springer Science + Business Media, 2010. p. 135-149.

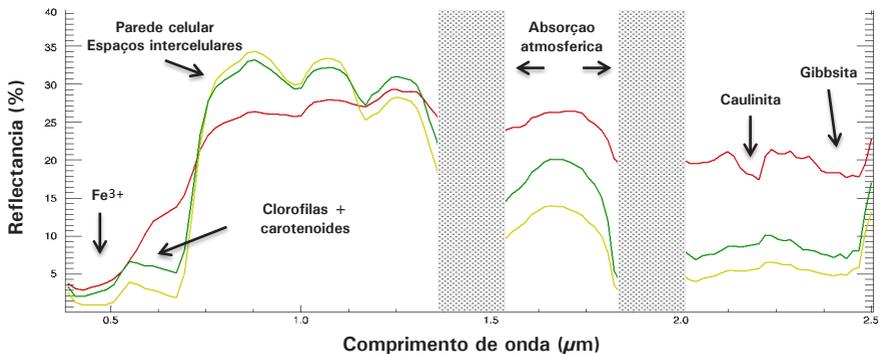
Fotos: Renato Herrig Furlaneto



**Figura 1.** Avião utilizado no aerolevanteamento (A) com sensor imageador hiperespectral e componentes (B).



**Figura 2.** Diferenças entre imagem multiespectral de 4 bandas (A) e hiperespectral com 363 bandas + hipercubo (B), com os respectivos espectros de reflectância.



**Figura 3.** Espectro de reflectância obtido com sensor imageador hiperespectral AISAFenix de solo exposto (vermelho), milho (verde) e grama (amarelo). As colunas entre os comprimentos de ondas próximas de 1,4  $\mu\text{m}$  e 1,9  $\mu\text{m}$  indicam fortes absorções pela atmosfera.

# Estudo exploratório de coleta e análise de compostos orgânicos voláteis de flores de soja

MAGALHÃES, S.P.<sup>1</sup>; COTRIM, G.S.<sup>2</sup>; AQUINO, M.<sup>3</sup>; NUNES, E.O.<sup>3</sup>; NIXDORF, S.L.<sup>4</sup>; HOFFMANN-CAMPO, C.B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina-UEL, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, [suelen.magga@gmail.com](mailto:suelen.magga@gmail.com); <sup>2</sup>Centro Universitário Filadélfia-UNIFIL, Bolsista I.C.; <sup>3</sup>Laboratório de Ecologia Química, Embrapa Soja, <sup>4</sup>Departamento de Química, UEL

## Introdução

A soja representa a principal oleaginosa produzida e consumida ao nível mundial. Atualmente, essa cultura vem sendo amplamente cultivada em função do desenvolvimento expressivo de *commodities* agrícolas (SILVA et al., 2011). A planta de soja é considerada autógama e cleistogâmica, ou seja, realiza a autopolinização. Contudo, a polinização cruzada na cultura também pode ocorrer e, neste caso, é mediada pelos polinizadores, em especial as abelhas, destacando-se a espécie *Apis mellifera* frequentemente encontrada visitando flores de soja (GAZZONI, 2017).

As flores necessitam atrair os visitantes florais, polinizadores, para que o processo de polinização aconteça e, para que ocorra à interação, os

sinais enviados pelas plantas devem ser reconhecidos pelos animais (CHITTKA et al., 2006). A maioria das flores polinizadas por animais utiliza o néctar e o pólen como o principal recurso para atrair o visitante (WESTERKAMP, 1996). Estudos realizados por Klein et al. (2007) descreveram que 87,5% plantas dependem da polinização e, destas, 75% são culturas agrícolas, sendo as abelhas reconhecidas como os principais agentes polinizadores (OLLERTON et al., 2011).

Os compostos orgânicos voláteis (COV's) presentes em plantas são intensamente encontrados na natureza, em geral, apresentando baixo peso molecular ( $< 300$  Da), peculiaridade que lhes permite a rápida volatilização e a liberação por praticamente todos os tecidos vegetais (DUDAREVA et al., 2008). São uma mistura complexa de moléculas originárias de diversas rotas bioquímicas do metabolismo secundário, como fenilpropanoides, ácidos graxos, isoprenoides, compostos nitrogenados e de cadeia cíclica (KNUDSEN et al., 2006).

A composição química dos voláteis emitidos pelas plantas e sua intensidade, estão intimamente relacionadas à sua condição fisiológica, como também, aos processos de defesa do vegetal contra fitófagos e/ou patógeno, sendo ainda responsáveis pela atração de polinizadores (PICHESKY et al., 2002). Muitas espécies de plantas sintetizam diversos compostos orgânicos voláteis nos tecidos florais e frutos, os quais atraem polinizadores e dispersores de sementes, sendo este processo responsável pelo sucesso evolutivo das fanerógamas (RIFFEL et al., 2015).

Os polinizadores podem ser atraídos pelos COV's distribuídos pelas flores, como também pela coloração do conjunto floral. Riffel et al. (2015) descrevem que os polinizadores encontram suas plantas hospedeiras com maior eficiência, quando combinam os sinais químicos olfativos com os estímulos visuais. As pétalas detêm células epidérmicas papilhosas, no qual frequentemente estão associadas ao aumento da superfície de emissão dos COV's, absorção e reflexão da luz, no qual interferem na intensidade de suas cores e brilho (ENDRESS, 1996). Dentre diversos exemplos desse processo, temos como exemplo o

cambuci (*Campomanesia phae*). Essa árvore frutífera nativa do bioma Mata Atlântica emite voláteis noturnos com função atrativa de espécies de abelhas com hábitos crepusculares, como *Megalopta* sp. No estudo realizado por Cordeiro (2015), observou-se que 1-octanol é o principal responsável pela interação planta-polinizador.

Knudsen et al. (2006), utilizando a técnica de captura *headspace*, apresentaram uma lista de 1719 compostos químicos o que evidencia a complexidade de moléculas envolvidas nas flores. A técnica utilizada pelos autores consistiu em fixar os COV's liberados pelas flores em um determinado adsorvente, como carvão ativado ou resinas e, posteriormente, analisá-las por meio de técnicas cromatográficas.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo exploratório sobre o desenvolvimento de técnicas de coleta e análise de compostos orgânicos voláteis emitidos por flores de soja, que poderá propiciar o entendimento do complexo sistema de interações entre a planta de soja e os polinizadores.

## **Material e Métodos**

### **Obtenção e preparo das amostras**

Para o preparo do material de adsorção, cartuchos tipo seringa preenchidos com o adsorvente Carboxen 569 (20-45 mesh) foram lavados, utilizando-se 5 mL de hexano e 5 mL de éter etílico bidestilado. Em sequência, os cartuchos foram colocados para secagem a vácuo por um período de 24 horas. Após a secagem, os cartuchos foram mantidos em estufa a 60°C durante 4 horas em fluxo de nitrogênio.

### **Coleta dos COV'S**

No processo de coleta foram selecionadas em casa-de-vegetação, a cultivar TMG 7262 RR (*Glycine max*) e a PI 595817 (*Glycine falcata*) no estágio reprodutivo e por apresentarem maior quantidade de flores. Essas foram isoladas com placas de Petri (acrílico) com entrada e saída, respeitando as ramificações da soja. Foram colocados cartuchos Carboxen 569 (20-45 mesh) na entrada (filtragem do ar) e saída (sequestro

e concentração dos COV's), mantidos por 45, 90 e 135 min, sendo então retirados. Placas de Petri sem plantas foram mantidas por 135 min e consideradas como branco. Para a coleta de COV's foi acoplada, ao cartucho de saída, uma bomba de vácuo portátil ECO *Vacuum Sealer* com vazão de  $480 \text{ mL min}^{-1}$ , o tempo de coleta foi de apenas 30 segundos para cada tomada de amostra.

Ao final, os cartuchos foram removidos e envolvidos em *Parafilm*, devidamente identificados e armazenados em caixa térmica sob refrigeração. Os cartuchos foram enviados para o Laboratório de Multiusuário de Química de Produtos Naturais da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza-CE, para análise cromatográfica das amostras.

## **Análise por cromatografia gasosa**

As amostras eluídas em solvente hexano foram analisadas no cromatógrafo a gás Modelo 7890B GC System, Agilent Technologies Spain, S.L., Madrid, Espanha, acoplado ao espectrômetro de massa Modelo 5977A MSD Agilent Technologies Spain, S.L., Madrid, Espanha. Os compostos foram separados utilizando uma coluna capilar DB 5MS (30 m x  $250 \mu\text{m}$  x  $0,25 \mu\text{m}$ ), Agilent J&W GC Columns, Santa Clara, CA, EUA.

As amostras foram injetadas no modo *splitless* e o gás de arraste foi o Hélio com vazão de  $1,0 \text{ mL min}^{-1}$ . A temperatura do injetor foi de  $240^\circ\text{C}$  e a temperatura de transição GC de  $280^\circ\text{C}$ . Foi utilizada a seguinte programação: temperatura inicial de 4 min a  $40^\circ\text{C}$ , elevando para  $80^\circ\text{C}$  a uma taxa de  $2,5^\circ\text{C min}^{-1}$ , em seguida,  $110^\circ\text{C}$  a uma taxa de  $5^\circ\text{C min}^{-1}$ , com posterior aumento para  $220^\circ\text{C}$  a uma taxa de  $10^\circ\text{C min}^{-1}$ , sendo mantida nessa temperatura até o fim da corrida que totalizou um tempo de 45 min. Os espectros de massa foram obtidos utilizando um sistema de analisador quadrupolar com ionização por impacto de elétrons a 70 eV. Os compostos foram identificados por comparação de seus espectros de massa com os espectros de padrões contidos na biblioteca NIST 2.0 do *National Institute of Standards and Technology* (NIST 2012), Gaithersburg, Md, EUA.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os COV's detectados nas flores de soja, sequestrados por Carboxen 569 (20-45 mesh) através da técnica *headspace* dinâmico, por meio de uma análise cromatográfica gasosa acoplada ao espectrômetro de massa de alta resolução. De maneira geral, as amostras que apresentaram maiores quantidades de COV's foram as de TMG 7262 RR, nos tempos de 45 e 90 min; as amostras coletadas de PI 595817 apresentaram perfil cromatográfico similar ao branco.

Os compostos do grupo dos alcanos lineares, heptacosane e hexacosane, foram detectadas nas amostras de flores de soja TMG 7262 RR de 90 min (Tabela 1). Esses compostos voláteis também ocorrem em flores de girassol-mexicano *Tithonia diversifolia* (MORONKOLA et al., 2007) e em cardo-estrelado *Centaurea calcitrapa* (SENATORE et al., 2006), ambas pertencentes à família botânica Asteracea.

O ethylbenzene foi detectado em uma amostras da cultivar de soja TMG 7262 RR aos 90 min. Esse hidrocarboneto monoaromático é um dos principais compostos emitidos na queima de combustíveis fósseis, podendo ainda ser detectado, por meio de *headspace* estático e análise por GC-FID, em solos e água de atmosferas contaminadas por derivados de petróleo (MELQUIADES et al., 2006). Entretanto, não foi possível determinar a sua origem em nossa amostra.

Os resultados indicam que a substância mais abundante identificada nas coletas foi o estragole (Figura 1, Tabela 1). Esse composto orgânico natural também conhecido como metilchavicol, pertencente ao grupo dos terpenoides e amplamente utilizado na produção de fragrâncias. Essa substância tem sido considerada majoritária em óleos essenciais de folhas de alfavaca-anis (*Ocimum selloi*) (COSTA, 2010), bem como, em extratos de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum*) (LEE et al., 2005).

Em flores de soja PI 595817 foi detectado 1s,4R,7R,11R-1,3,4,7-Tetramethyltricyclo[5.3.1.0(4,11)] undec-2-en-8-one, nas análises

realizadas no tempo de 90 min. Esse composto foi também identificado entre os 48 COV's obtidos pela técnica de *headspace*, em amostras de óleos vegetais extraídos de sementes de *Boerhavia elegana* (Al-farga et al., 2015).

Nesta pesquisa foram avaliados voláteis das flores de soja, ao nosso juízo, poucos compostos foram detectados por cromatografia gasosa, possivelmente, em função da inadequação do método de coleta, desde a utilização da bomba a vácuo até o de *headspace*. Estudos comprovam a ocorrência de emissão de voláteis após herbivoria por insetos em folhas (MEAGHER et al, 2010) e em vagens de soja (MICHEREFF et al., 2011). Entretanto, até o momento não foi encontrado na literatura relatos de estudos de voláteis em flores de soja. Além disso, nenhum dos COV's descritos na literatura encontrados em plantas da soja, foram detectados através do método empregado na coleta de voláteis de flores de soja, possivelmente, por serem relacionados ao sistema de defesa e estudos de indução. Dessas forma, as substâncias encontradas (Tabela 1) deverão ser investigadas mais intensamente, além disso, os parâmetros de coleta devem ser mais bem estudados e definidos para aperfeiçoamento do processo, considerando o tamanho diminuto, a morfologia da flor de soja e as dificuldades advindas destas características.

## **Conclusão**

Pesquisas adicionais já estão sendo realizadas para ampliar o número e concentração de COV's detectados em flores de soja, considerando a dificuldade e os fatores que influenciam na coleta, observados no decorrer dos ensaios. Assim, para o estudo de voláteis em flores de soja, necessita-se do aprimoramento de técnicas de *headspace* e a utilização de outras técnicas, como fluxo de ar e a realização de testes com diferentes tipos de adsorventes e eluentes.

## Referências

AL-FARGA, A.; ZHANG, H.; SIDDEEG, A; CHAMBA, M. V. M.; NABIL, Q. A. Physicochemical properties, phenolic acids and volatile compounds of oil extracted from dry alhydwan (*Boerhavia elegana* Choisy) seeds. **Grasas y Aceites**, v. 66, n. 3, p. 90, 2015.

CHITTKA, L.; RAINE, N. E. Recognition of flowers by pollinators. **Current opinion in plant biology**, v. 9, n. 4, p. 428-435, 2006.

CORDEIRO, G. D. **Fenologia reprodutiva, polinização e voláteis florais do Cambuci (*Campomanesia phae* (O. Berg) Landrun 1984 – Myrtaceae)**. 2015. 89 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

COSTA, L. C. D. B.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; GUIMARÃES, R. M. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocimum selloi benth* sob condições de luz, temperatura e tempo de armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 675-680, maio 2010.

DUDAREVA, N.; PICHERSKY, E. Metabolic engineering of plant volatiles. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 181-189, 2008.

ENDRESS, P. K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 582 p.

GAZZONI, D. L. **Soja e abelhas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 151 p.

KLEIN, A. M.; VAISSIERE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of Biological Sciences**, v. 274, p. 303-313, 2007.

KNUDSEN, J. T.; ERIKSSON, R.; GERSHENZON, J.; STAHL, B. Diversity and distribution of floral scent. **The Botanical Review**, v. 72, n. 1, p. 1-120, 2006.

LEE, S. J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K. G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 91, n. 1, p. 131-137, 2005.

MEAGHER, R. L.; LANDOLT, P.J. Binary floral lure attractive to velvetbean caterpillar adults (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 93, n. 1, p. 73-79, 2010.

MELQUIADES, R. A.; LOBO, I.; GUEDES, C. L. B.; PINTO, J. P. Análise de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos em solos por headspace e cromatografia gasosa/detector de ionização de chama. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 27, n. 2, p. 113-120, 2006.

MICHEREFF, M. F. F.; LAUMANN, R. A.; BORGES, M.; MICHEREFF-FILHO, M.; DINIZ, I. R.; NETO, A. L. F.; MORAES, M. C. B. Volatiles mediating a plant herbivore-natural enemy interaction in resistant and susceptible soybean cultivars. **Journal of Chemical Ecology**, v. 37, n. 3, p. 273-285, 2011.

MORONKOLA, D. O.; OGUNWANDE, I. A.; WALKER, T. M.; SETZER, W. N.; OYEWOLE, I.O. Identification of the main volatile compounds in the leaf and flower of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray. **Journal of Natural Medicines**, v. 61, n. 1, p. 63-66, 2007.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, p. 321-326, 2011.

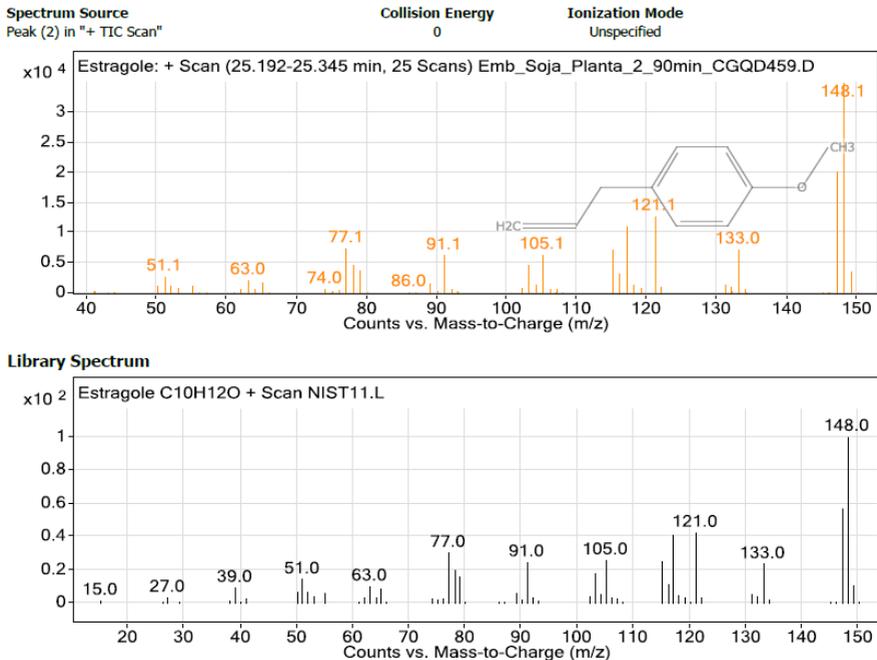
PICHERSKY, E.; GERSHENZON, J. The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, n. 3, p. 237-243, 2002.

RIFFEL, A.; COSTA, J. G. da. **Os voláteis de plantas e o seu potencial para a agricultura**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 48 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 201).

SENATORE, F.; LANDOLFI, S.; CELIK, S.; BRUNO, M. Volatile components of *Centaurea calcitrapa* L. and *Centaurea sphaerocephala* L. ssp. *sphaerocephala*, two Asteraceae growing wild in Sicily. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 21, n. 2, p. 282-285, 2006.

SILVA, A. C. da; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 5., 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UNESC, 2011.

WESTERKAMP, C. H. Pollen in bee-flower relations some considerations on melittophily. **Botanica Acta**, v. 109, n. 4, p. 325-332, 1996.



**Figura 1.** Espectro de massas do composto Estragole detectado em flores da cultivar TMG 7262 RR.

**Tabela 1.** Constituintes químicos detectados nos cromatogramas de GC-MS de flores de soja.

Substâncias	TMG 7262 RR			PI595817		
	45	90	135	45	90	135
2,4-Pentanedione, ion(1-), lithium	+	ND	ND	ND	+	ND
2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-4-isopropylcyclohexa-2,5-dien-1-one	+	ND	ND	ND	ND	ND
Heptacosane	+	ND	ND	ND	ND	ND
Hexacosane	+	ND	ND	ND	ND	ND
Hentriacontane	+	+	ND	ND	ND	ND
Ethylbenzene	ND	+	ND	ND	ND	ND
Estragole (Metilchavicol)	ND	+	+	ND	+	ND
Oxalic acid, butyl propyl ester	ND	ND	+	ND	ND	ND
1s,4R,7R,11R-1,3,4,7-Tetramethyltricyclo[5.3.1.0(4,11)] undec-2-en-8-one	ND	ND	ND	ND	+	ND

+ detectado à presença do composto (qualitativo) <sup>ND</sup> não detectado nas condições de trabalho estabelecidas

# Potencial de extrato de flores de *Crotalaria* no controle de nematoides da soja

CAMARGO, G.<sup>1</sup>; MIYASAKI, A.K.<sup>2</sup>; COTRIM, G.<sup>2</sup>; SCUPINARI, T.<sup>3</sup>; HOFFMANN-CAMPO, C.B.<sup>4</sup>; DIAS, W.P.<sup>4</sup>; LOPES, I.O.N.<sup>4</sup>; NUNES, E.O.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Pitágoras Unopar, Bolsista PIBIC/CNPq; <sup>2</sup>Centro Universitário Filadélfia – Unifil;

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Londrina; <sup>4</sup>Embrapa Soja

## Introdução

Em razão da importância da soja frente às necessidades alimentares mundiais, aumento da demanda por *commodities* agrícolas e ao limitado potencial de expansão das terras aráveis, o aumento da produção mundial tem se dado pela combinação da expansão de área de produção e do maior rendimento. No entanto, quando cultivares adaptadas são adotadas pelo produtor, a incapacidade de alcançar o rendimento ideal é associada às condições de estresse ambiental por fatores bióticos e/ou abióticos (BOARD; KAHN, 2011).

Dentre os fatores bióticos, as patologias são responsáveis por grandes perdas na cultura da soja no Brasil e um importante grupo de patógenos que reduzem a produtividade são os fitonematoides (ALMEIDA et

al., 2005). Esses organismos exercem determinados graus de parasitismo que afetam o desenvolvimento do sistema radicular, com redução da absorção de água e nutrientes, e consequente ocorrência de subdesenvolvimento vegetal (CADET; SPAULL, 2005; TIHOHOD, 2000). Mais de 100 espécies de nematoides estão associadas à cultura da soja no mundo (DIAS et al., 2010), algumas delas têm causado perdas consideráveis na cultura da soja, com a necessidade de manejos diversificados. Segundo Ferraz (2001) e Juhász et al. (2013), no Brasil as espécies que causam maiores danos a essa cultura são *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus*. Recentemente, o nematoide *Aphelenchoides* sp. foi relatado como agente causal da soja louca II (FAVORETO et al., 2015).

As plantas do gênero *Crotalaria* são empregadas na rotação de culturas por possuírem raízes profundas e robustas (auxiliam na descompactação pela formação de bioporos) que melhoram a infiltração de água no perfil do solo e por aumentarem a disponibilidade de N e P no sistema (CALEGARI; COSTA, 2009). O estudo de técnicas alternativas, como a adubação verde, para controlar fitonematoides é de extrema importância (MORAES et al., 2006). Plantas de *Crotalaria* no manejo, em sistemas conservacionistas, exercem efeitos antagônicos e/ou nematostáticos pela liberação de compostos secundários no ambiente (RITZINGER; FANCELLI, 2006). A supressão de nematoides foi evidenciada por Calegari et al. (1993), onde *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* demonstraram serem efetivas no impedimento da multiplicação de populações juvenis, sugerindo que esse fenômeno está relacionado ao metabólito secundário monocrotalina (WANG et al., 2002). No entanto, existem evidências de que a toxidez também pode estar relacionada a outras classes de compostos bioativos ou da interação entre classes de metabólitos secundários (ALMEIDA et al., 2008; GARRIDO et al., 2008).

Portanto, o emprego da ecologia química no estudo de metabólitos secundários de plantas, a fim de dispor de diferentes recursos para o controle de fitonematoides (alternativos aos nematicidas sintéticos), pode contribuir para a manutenção da competitividade da cultura da soja. O

presente estudo objetivou avaliar o efeito nematicida e/ou nematostático de extrato de flores de *C. spectabilis* sobre formas juvenis (J2) de nematoides que afetam a cultura da soja.

## Material e Métodos

### Obtenção do extrato vegetal

#### Cultivo e preparo do material vegetal:

*Crotalaria spectabilis* foi escolhida por ser uma cultura supressora de nematoides muito utilizada no sistema de rotação de culturas da soja. A semeadura foi efetuada a lanço em 26/02/2016, em uma área de 325 m<sup>2</sup>, latossolo vermelho-amarelo e textura arenosa (infestada de *M. incognita* e *P. brachyurus*) na área experimental Estância Água Rica (22°39'23" e 50°20'51") em Assis, SP. A parte da planta de interesse foram as flores, colhidas 146 dias após a semeadura (início do período de florescimento). A colheita foi manual e no período matutino e, as flores acondicionadas em embalagens plásticas (não vedadas, para minimizar o efeito da evapotranspiração) e imediatamente transportadas ao laboratório para separação das flores do caule e do pecíolo. As amostras foram secas em estufa (40 °C), trituradas em triturador FAK-CLASSE I-IPX1 até obtenção de pó fino, pesadas em alíquotas de 50 g e armazenadas em freezer (-13 °C) até o momento da extração.

#### Extrato:

Foi utilizado o processo de turbo-extração a frio, seguido de maceração por oito dias (ao abrigo da luz) a temperatura ambiente; EtOH:H<sub>2</sub>O (80:20 v/v) foi utilizado como solvente extrator. A proporção de biomassa seca de flores utilizada foi de 5% (m/v). O extrato foi filtrado em flitro Whatmann

(Ø = 240 mm) e submetido a rotaevaporação (Rotavapor R124-BÜCHI®) em banho ultratermostático a 43 °C para evaporação da fração alcoólica do solvente e mantido sob refrigeração (4 °C), ao abrigo da luz até a realização dos bioensaios.

## **Obtenção dos organismos-teste:**

### **Grupo de nematoides-teste:**

*P. brachyurus*, *M. javanica*, *H. glycines* e *Aphelechooides besseyi*. O método de Favoreto et al. (2011) foi usado para o *Aphelechooides*, sendo foi multiplicado em colônias de *Fusarium* sp. cultivado em meio PDA (ágar batata dextrose). Os demais fitonematoides foram multiplicadas em casa de vegetação nas cultivares suscetíveis. Os J2 de todos os nematoides foram extraídos no Laboratório de Nematologia da Embrapa Soja, Londrina, PR.

### **Obtenção dos ovos dos nematoides:**

Os ovos foram obtidos a partir de populações puras de cada espécie, multiplicadas, em casa de vegetação, isoladamente em plantas de soja suscetíveis. Os métodos foram: Bonetti e Ferraz (1981) para *Meloidogyne*; Coolen e D`Herdec (1972) para *Pratylenchus* e Dias et al. (1998) para *Heterodera*.

### **Obtenção dos juvenis (J2):**

Os ovos de *P. brachyurus*, *M. javanica* e *H. glycines* obtidos no item 2.2 foram colocados em câmaras de eclosão individualizadas para cada grupo de nematoides, conforme metodologia de Rios (1990). Os J2 de *A. besseyi* foram obtidos de acordo com o método de Favoreto et al. (2011).

## **Ensaio de suscetibilidade dos grupos de nematoides ao extrato (in vitro):**

O experimento consistiu em submeter uma suspensão dos J2, obtidos no item 2.3, ao extrato bruto de flores de *C. spectabilis* sob cinco diferentes concentrações: 0; 3,1; 6,2; 12,5; 18,8 e 25,0 (mg mL<sup>-1</sup>) a um volume total de 4 mL (contendo  $\pm$  100 J2 mL<sup>-1</sup>). Para o controle e diluições utilizou-se H<sub>2</sub>O destilada. Todos os ensaios foram efetuados em três repetições. A quantificação foi efetuada em câmara de Peter's, considerando a imobilidade dos J2. A avaliação foi efetuada em dois momentos:

**Exposição:**

Após 24 h de exposição ao extrato (24 h a.e.) sob incubação a 25 °C e ao abrigo da luz, cada repetição foi quantificada quanto a motilidade, então os nematoides foram lavados em H<sub>2</sub>O destilada, filtrados em filtro de 0,45  $\mu$  e ressuspensos em H<sub>2</sub>O destilada a um volume final de 4 mL. O resultado da exposição foi expresso em porcentagem de juvenis imóveis (efeito nematostático).

**Recuperação:**

Após 24 h de incubação em H<sub>2</sub>O destilada (24 h a.e. + 24 h a.r.), nas mesmas condições descritas no item 3.1, foi efetuada nova quantificação em câmara de Peter's. Para confirmação da mortalidade foram adicionados 10  $\mu$ L de solução de corante do Nilo (8%) em cada uma das repetições, após 30 minutos foi realizada a quantificação dos indivíduos. Os indivíduos que não apresentaram motilidade e absorveram intensamente o corante foram considerados mortos. O resultado foi expresso em porcentagem de indivíduos mortos (efeito nematicida).

**Análise estatística:**

Os dados de imobilidade (24 h a.e) e mortalidade (24 h a.e. + 24 h a.r.) foram analisados por meio do modelo log-logístico de dose-resposta com quatro parâmetros, implementado no pacote R drc (RITZ et al., 2015).

**Resultados e Discussão**

A Figura 1 apresenta as curvas de resposta das populações de fitonematoides submetidas ao ensaio de suscetibilidade para cinco diferentes concentrações de extrato etanólico bruto de flores de *C. spectabilis*. O tempo de ensaio foi de 48 h e avaliado em dois momentos: após 24 h (a.e) + 24 h (a.r.) e os resultados expressos em % de imobilidade de juvenis (J2).

O extrato etanólico de flores demonstrou efeito nematostático e nematicida para todos os quatro grupos de nematoides testados. A maior suscetibilidade foi observada para *H. glycines* com 59,6% (demonstrando suscetibilidade somente a partir de 18,7 mg mL<sup>-1</sup>), seguido de *P.*

*brachyurus* com 51,2% na concentração máxima testada. Esse último nematoide apresentou uma tendência a resistência no ensaio de 24 h a.e., a partir da dose de 6,2 mg mL<sup>-1</sup>. *M. javanica* e *A. basseyi* tiveram as mais altas taxas de recuperação, porém foram os que apresentaram 100% de imobilidade (efeito nematostático) na avaliação 24 h a. e.

A concentração letal média (CL<sub>50</sub>) não pôde ser predita pelo modelo estatístico aqui adotado em função da baixa taxa de mortalidade nas concentrações do extrato aqui utilizadas. Grewal (1989) observou efeito nematicida de extratos (extração aquosa a quente) de flores de 3 espécies de plantas (*B. spectabilis*, *C. cinerarifolium* e *T. patula*) sobre *Aphelenchoides composticola*. Embora nenhum dos extratos tenha provocado 100% de mortalidade nas concentrações testadas (2-10%, correspondendo a 4-20 mg mL<sup>-1</sup>), taxas superiores a 50% de morte foram observadas para a dose máxima aplicada (20 mg mL<sup>-1</sup>), enquanto em nosso estudo foi de 34,0% para *A. besseyi*. É importante salientar que embora ambos os estudos tenham tido o mesmo tempo de recuperação, o tempo de exposição (48 h), foi o dobro do presente estudo (24 h), o nematoide foi do mesmo gênero, mas de espécie diferente e a natureza do solvente extrator também diferente (H<sub>2</sub>O quente).

O corante Azul do Nilo mostrou-se um excelente corante vital aos quatro grupos de nematoides. Ao final de 24 h de incubação o efeito da exposição do nematoide ao extrato bruto foi considerado apenas como nematostático. O efeito nematicida foi considerado somente após a recuperação em água destilada (+ 2 4h de incubação) e aplicação do corante Azul do Nilo (Figura 2).

Devendra et al. (2012) detectaram a presença de duas classes de metabólitos secundários (alcaloides e terpenoides) em extratos etanólicos de folhas de *C. retusa*, *C. prostata* e *C. medicaginea*, alguns dos quais têm sido reportados como compostos com ação nematicida. Portanto, em nosso extrato tais compostos podem estar ausentes ou em concentrações abaixo da sua capacidade deletéria.

Em um estudo sobre o efeito nematicida de extrato etanólico de sementes de *C. spectabilis*, foi observada mortalidade de 53% do nematoide *P. brachyurus*, corroborando com o presente trabalho (efetuado nas mesmas condições) que apresentou uma taxa de mortalidade (52,1%) muito próxima na maior dose aplicada (SCUPINARI et al., 2016).

## Conclusão

Quando se objetiva avaliar o efeito nematicida de extratos, a quantificação só deve ser considerada após o ensaio de recuperação uma vez que os percentuais de recuperação dos nematoides são muito elevados.

Extratos etanólicos de partes aéreas de *C. spectabilis* não apresentaram boa resposta na supressão das quatro populações de nematoides da soja aqui estudados, no entanto, outros solventes extratores deverão ser testados em trabalhos futuros.

O corante azul do Nilo apresentou-se como um excelente auxílio na diferenciação entre juvenis vivos e mortos, independente do gênero avaliado.

## Referências

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. e CAMARGO, L.E.A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005. p. 569-588.

ALMEIDA, C.D.S.; SOUZA, D.S.L.; SARTO, R.P.; FIRMINO, A.A.P.; SILVA, T.S.; MAGALHÃES, J.C.C.; SÁ, M.F.G.; ROCHA, T.L.

**Fracionamento de extrato aquoso de sementes de *Crotalaria spectabilis* efetivo no controle de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne incognita***. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. 10 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular Técnica, 78).

BOARD, J.E.; KAHLON, C.S. Soybean yield formation: what controls it and how it can be improved. In: EL-SHEMY, H.A. (Ed.). **Soybean Physiology and Biochemistry**. Rijeka: InTech, 2011. p. 1-37.

BONETTI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.

CADET, P.; SPAULL, V.W. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Ed). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CABI Publishing, 2005. p. 645-674.

CALEGARI, A.; COSTA, A. Manutenção da cobertura melhora atributos do solo. **Revista Visão Agrícola**, v. 9, p. 13-16, 2009.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.P.; COSTA, M.B.B.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora AS-PTA, 1993. 364 p.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.

DEVENDRA, B.N.; SRINIVAS, N.; SOLMON, K.S. A comparative pharmacological and phytochemical analysis of in vivo & in vitro propagated *Crotalaria* species. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 5, n. 1, p. 37-41, 2012.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S. **Nematoides em soja: identificação e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 76).

DIAS, W.P.; SILVA, J.F.V.; KIIHL, R.A.S. HIROMOTO, D.M.; ABDELNOOR, R.V. Quebra de resistência da cv. Hartwig por populações de campo de nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 6, p. 971-974, 1998.

FAVORETO, L.; MEYER, M.C.; KLEPKER, D.; CAMPOS, L.J.M.; PAIVA, E.V. Ocorrência de *Aphelenchoides* sp. em plantas de soja com sintomas de Soja Louca II. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 32., 2015, Londrina. **Nematologia**: problemas emergentes e perspectivas: anais. Londrina: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2015. p. 81-82.

FAVORETO, L.; SANTOS, J.M., CALZAVARA, S.A.; LARA, L.A. Estudo fitossanitário, multiplicação e taxonomia de nematoides encontrados em sementes de gramíneas forrageiras no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 35, p. 20-35, 2011.

FERRAZ, L.C.C.B. As meloidoginoses da soja: passado, presente e futuro. Em: SILVA, J.F.V. (Ed.). **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 15-38.

GARRIDO, M.S.; SOARES, A.C.F.; COIMBRA, J.L.; SOUSA, C.S. Management of crotalaria and pigeon pea for control of yam nematode diseases. **Summa Phytopathologica**, v. 34, p. 222-227, 2008.

GREWAL, P.S. Nematicidal effects of some plant-extracts to *Aphelenchoides composticola* (Nematoda) infesting mushroom, *Agaricus bisporus*. **Revue Nématologie**, v. 12, n. 3, p. 317-322, 1989.

JUHÁSZ, A.C.P.; PÁDUA, G.P.; WRUCK, D.S.M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N.R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276, p. 66-75, 2013.

MORAES, S.R.G.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A.; FONTANETTI, A.; CARVALHO, G.J. e MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematoides no cultivo orgânico de alface americana e de repolho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 188-191, 2006.

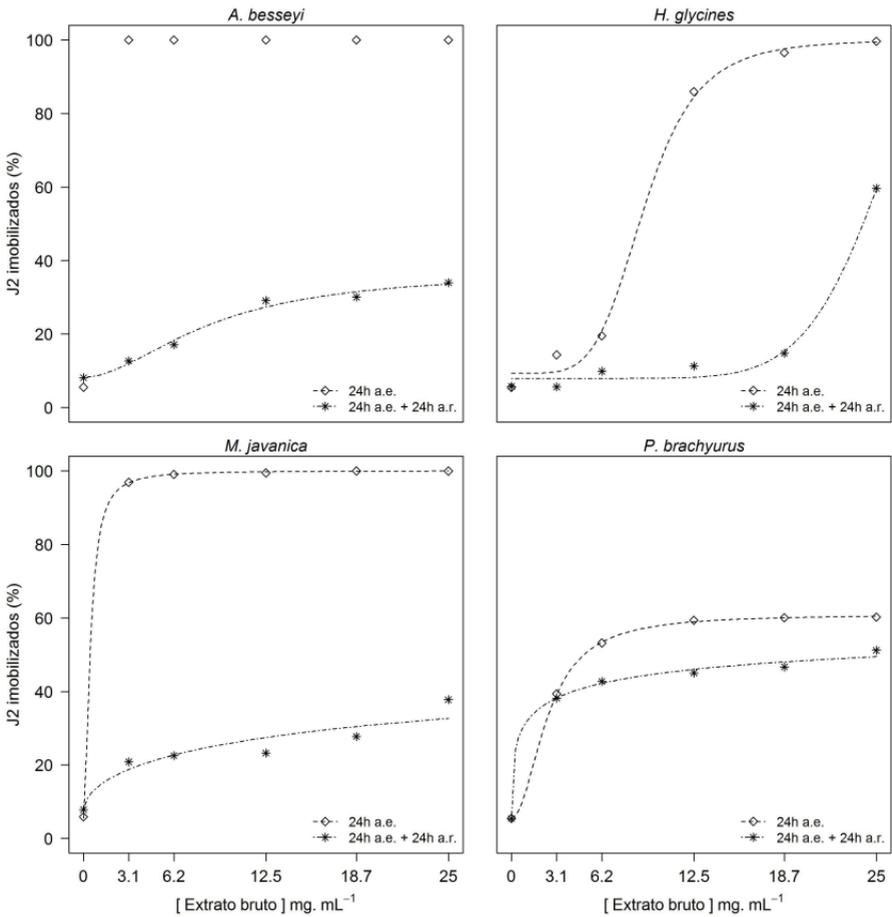
RITZ, C., BATY, F., STREIBIG, J.C.; GERHARD, D. Dose-response analysis using R. **PLOS ONE**, v. 10, n. 12, p.1-13, e0146021, 2015.

RITZINGER, C.H.S.P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 331-338, 2006.

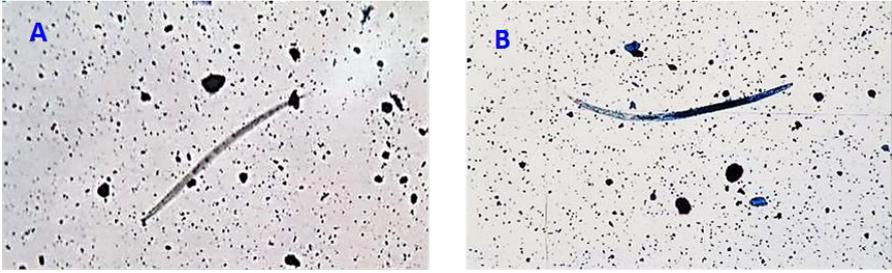
SCUPINARI, T.; GRAÇA, J. P. da; LOPES, I. de O. N.; DIAS, W. P.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; NUNES, E. de O. *Crotalaria spectabilis* seeds extract and associated adjuvants: nematicide effect on the *Pratylenchus brachyurus* juveniles. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF CHEMICAL ECOLOGY - ISCE, 32.; CONGRESSO OF THE LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF CHEMICAL ECOLOGY ? ALAEQ, 4.; JOINT MEETING ISCE/ALAEQ, 1., 2016, Iguaçú. **Abstracts...** Londrina: [s. n.], 2016. p. 121.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 473 p.

WANG, K.H.; SIPES, B.S.; SCHIMITT, D.P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v. 32, p. 35-57, 2002.



**Figura 1.** Curvas de resposta (% imobilização) de *A. besseyi*, *H. glycines*, *M. javanica* e *P. brachyurus* ao extrato etanólico de *C. spectabilis* [0, 3.1, 6.2, 12.5, 18.7 e 25 mg L<sup>-1</sup>] após 24h exposição (extrato) e após recuperação (24h extrato + 24h H<sub>2</sub>O destilada)



**Figura 2.** Juvenis (J2) de *M. javanica* sob microscópio óptico, aumentado de 10x; A) J2 não corado (vivo) e B) J2 corado (morto), ambos após serem submetidos a coloração com Azul do Nilo ( $10\text{mg mL}^{-1}$ )

# Avaliação de germinação dos genótipos de soja sob diferentes potenciais osmóticos induzidos por polietilenoglicol 8000

QUEIROZ, A.A.<sup>1</sup>; MARINHO, J.P.<sup>2</sup>; CARANHATO, A.L.H.<sup>3</sup>; BARBOSA, D.A.<sup>3</sup>; MOLINARI, M.<sup>2</sup>; ALMEIDA, L.C.M.<sup>1</sup>; SANTOS, E.D.<sup>1</sup>; SOUZA, K.R.<sup>1</sup>; ANDREATA, E.C.<sup>1</sup>; MERTZ-HENNING, L.M.<sup>4</sup>; NEPOMUCENO, A.L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unopar, Bolsista PIBIC/CNPq, \*alisonantonio dequeiroz@gmail.com; <sup>2</sup>UEL, Doutorando, Bolsista CAPES; <sup>3</sup>UEL, Mestrando; <sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Soja.

## Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma espécie originária da região denominada Manchúria, que fica no norte da China. Algumas referências relatam que essa oleaginosa era a base da alimentação do povo chinês a mais de 5.000 anos. Sua origem se deu através do cruzamento entre duas espécies selvagens onde foram melhoradas e domesticadas por pesquisadores da região. Apesar de não ser uma cultura nativa do Brasil ela se adaptou bem ao clima brasileiro. A cultura possui uma grande importância no cenário socioeconômico do País, devido aos teores elevados de óleo (20%) e proteína (40%), de sua alta produtividade de grãos e da possibilidade de adaptação a diversos ambientes. O Brasil

é o segundo maior produtor da oleaginosa no mundo, com uma área plantada de 33 milhões de ha<sup>-1</sup>, e produziu 110,16 milhões de toneladas na safra de 2016/2017, perdendo apenas para os Estados Unidos com 126,77 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

Fatores bióticos e abióticos comprometem corriqueiramente a produtividade de grãos por todo o mundo, com isso afetam negativamente o aspecto econômico. Dentre esses fatores, o déficit hídrico é o fator ambiental mais importante, podendo comprometer desempenho da soja nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura. A disponibilidade de água é de extrema importância, principalmente em dois estádios: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Portanto, o déficit hídrico, na fase de germinação-emergência, interfere no estabelecimento da cultura no campo, comprometendo o estande adequado de plantas. O polietilenoglicol (PEG 8000) é um polímero de elevado peso molecular, não iônico quimicamente inerte e que não apresenta toxicidade as sementes (VILLELA; BECKERT, 2001). O mesmo tem sido utilizado para simular condições déficit hídrico em testes de germinação, pois devido ao seu alto peso molecular não é absorvido pela semente.

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de sementes de genótipos de soja, sob diferentes condições de potencial osmótico, induzido por polietilenoglicol 8000 (PEG8000).

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Sementes da Embrapa Soja, no mês de setembro de 2016. Para a realização deste estudo foram utilizadas sementes produzidas em casa de vegetação, na área destinada à Equipe de Ecofisiologia. Foram utilizadas sementes de soja provenientes das cultivares BR 16, BRS 388RR, BRS 283 e BRS 184. Foram testadas as seguintes concentrações de polietilenoglicol (PEG-8000), preparadas segundo especificações contidas na tabela citada por Villela e Beckert (2001): controle 0,0MPa; -0,2MPa (118.938 g L<sup>-1</sup>); -0,4 (175.004 g L<sup>-1</sup>). O nível zero correspondeu à **condição controle**, na qual se utilizou água destilada.

O delineamento experimental adotado foi o em blocos casualizados, com quatro blocos contendo 20 sementes cada. As sementes foram dispostas em folhas de papel Germitest® umedecido com volume de água equivalente a duas vezes e meia o peso do papel seco e germinadas por 120h em câmara de germinação a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1$  e 100% de umidade relativa. As sementes foram distribuídas manualmente no sentido longitudinal das folhas, com o hilo voltado para a parte inferior do papel. A contagem de sementes germinadas foi feita tomando-se como critério de germinação a semente cuja radícula tivesse desenvolvido. As características mensuradas foram comprimentos de hipocótilo, raiz e plântula, efetuando-se as medições em centímetros.

Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o Sistema para Análise e Separação de Médias em experimentos agrícolas (SASM-Agri) e o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade (CANTERI et al., 2001).

## Resultados e Discussão

De acordo com os resultados mostrados na Figura 1, é possível observar que a germinação dos genótipos de soja apresentou diferentes percentuais em relação aos diferentes potenciais osmóticos induzidos pelo polietilenoglicol 8000. Na condição controle (0.0MPa), foi constatado que a cultivar BR16 apresentou menor porcentagem de germinação quando comparada com os outros genótipos. Em contrapartida, nos potenciais osmóticos de -0,2MPa e -0,4MPa, a BR 16 foi o genótipo que apresentou maior porcentagem de germinação. Com isso, fica evidente que a menor taxa de germinação observada da cultivar BR 16 sob condição controle não resultou em menores percentuais de germinação quando testadas nos demais potenciais osmóticos (-0,2MPa e -0,4MPa). Além disso, foi notável que a porcentagem de germinação de todos os genótipos decresceu à medida que o potencial osmótico reduziu, diminuindo significativamente a partir do potencial -0,4 MPa. Tais resultados são condizentes com o esperado, uma vez que a concentração dos sais no meio de germinação, neste caso o PEG, controla a absorção de água pelos tecidos da semente, dificultando ou impedindo o início do processo germinativo (BARBERO et al., 2011).

Para o comprimento de plântula, verificou-se na condição de controle (0,0MPa) que todos os genótipos apresentaram maiores médias em relação aos outros potenciais, e que as plântulas das cultivares BRS 388RR e BRS 184 apresentaram maiores valores de comprimento quando comparadas com BR 16 e BRS 283. No entanto, nos potenciais de -0,2MPa, -0,4MPa, não foram observadas diferenças estatísticas entre os genótipos, apenas notou-se que o tratamento de -0,4MPa foi o mais prejudicial para todos os genótipos em estudo já que houve maior inibição do desenvolvimento das plântulas (Figura 2). Moraes e Menezes (2003) avaliando sementes de soja obtiveram resultados análogos com a utilização de PEG 6000, onde observaram que a redução do comprimento de plântulas foi progressiva a partir do potencial zero, chegando a valores insignificantes a -0,2 MPa e, ausentes nos potenciais subsequentes, ficando desta forma, evidenciado o grande efeito estressante do PEG.

Com relação ao tamanho de hipocótilo, a BRS 184 apresentou maior tamanho de hipocótilo em comparação com os demais genótipos na condição de 0.0MPa, já no potencial de -0,2MPa a BRS 184 e BRS 283 apresentaram maiores médias em relação aos demais genótipos. Ao aproximar-se do potencial -0,4 MPa observaram-se valores mínimos ou nulos de desenvolvimento de hipocótilo para todos os genótipos(Figura 3). Nas avaliações de comprimento de raiz, notou-se que as plântulas das cultivares BRS388RR e BRS 184 apresentaram maior comprimento de raiz sob a situação controle (0,0Mpa), nos potenciais de -0,2MPa e -0,4MPa a BR 16 foi o genótipo que apresentou maior comprimento de raiz. (Figura 4).

Observou-se também que para todos os genótipos ocorreu uma tendência de maior crescimento do sistema radicular das plântulas no potencial osmótico -0,2MPa, em detrimento da parte aérea. Segundo Ávila et al. (2007), esse efeito se deve ao fato de que plantas submetidas ao estresse hídrico apresentam maior desenvolvimento do sistema radicular para poder absorver água em maiores profundidades. Este fato evidencia que, em plantas de soja submetidas ao déficit hídrico, as raízes

se desenvolvem mais, enquanto que, em plantas que se desenvolvem sob disponibilidade hídrica adequada, ocorre maior desenvolvimento da parte aérea, fato este constatado por Braccini et al. (1996) com sementes de soja.

Além de o estresse hídrico afetar a embebição, a velocidade e a porcentagem de germinação, um dos efeitos da baixa disponibilidade de água é a redução do crescimento, causada pela diminuição da expansão celular. A restrição hídrica atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos (ÁVILA et al., 2007). Portanto, a maior tolerância ao estresse hídrico observada para alguns genótipos de soja pode estar relacionada à melhor qualidade fisiológica das sementes (BRACCINI et al., 1996). Com isso, sementes de soja, quando submetidas ao estresse hídrico, geralmente apresentam redução na sua porcentagem de germinação, sendo essa redução maior para os genótipos que apresentam menor qualidade fisiológica inicial (BRACCINI et al., 1996).

## Conclusão

O decréscimo nos potenciais osmóticos induzidos por PEG 8000 dificulta a germinação e o crescimento de plântulas de soja.

Para as sementes das cultivares em estudo, o estresse osmótico desencadeado por polietilenoglicol em potenciais iguais a  $-0,2\text{MPa}$  é um procedimento promissor para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja, tendo em vista que valores abaixo de  $-0,2\text{MPa}$  a germinação das sementes caiu drasticamente.

Pelos dados de comprimento de raiz e de germinação, a cultivar BR16 apresentou melhor desempenho sob condições de estresse osmótico na germinação.

## Referências

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. dos. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

BARBERO, A. P. P.; BARROS, F. de; SILVA, E. A. da; SUZUKI, R. M. Influência do déficit hídrico na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de três espécies de Pleurothallidinae (Orchidaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 593-601, 2011.

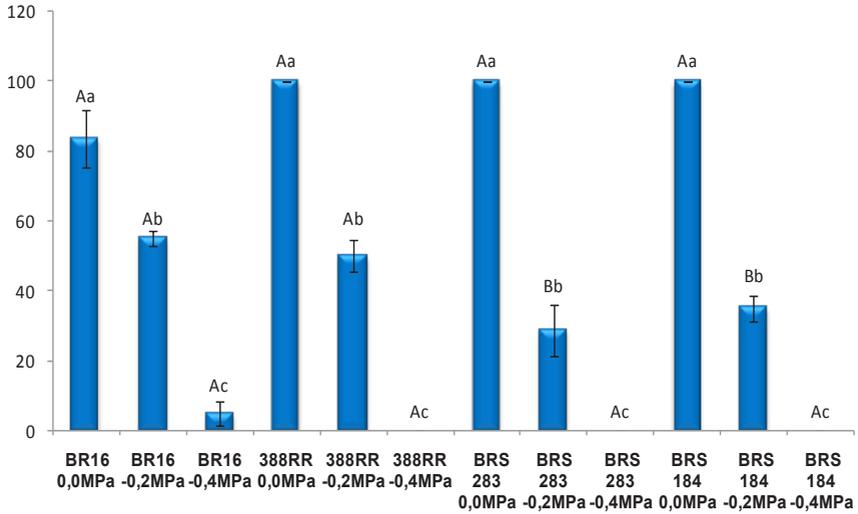
BRACCINI, A. L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E. A., GODOY, C.V. SASM-Agri: sistema para análise de separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, v. 1, n.2, p.18-24, 2001.

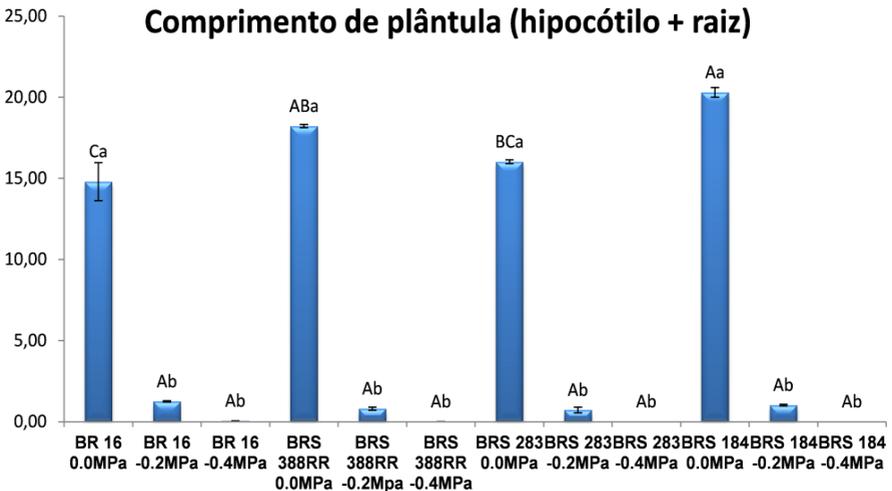
CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, quinto levantamento, abril/2017. Brasília: CONAB, 2017. 157 p.

MORAES, G. A. F. de; MENEZES, N. L. de. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 219-226, 2003.

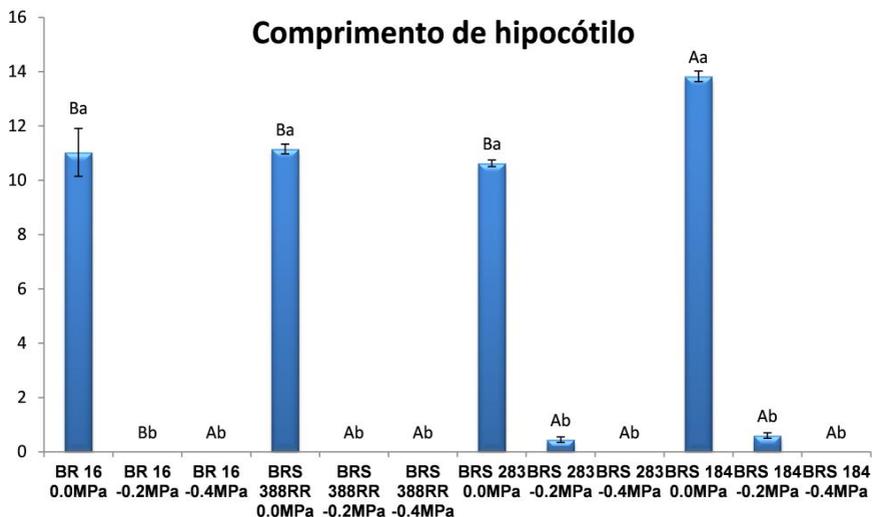
VILLELA, F. A.; BECKERT, O. P. Potencial osmótico de soluções aquosas de Polietileno Glicol 8000. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 267-275, 2001.



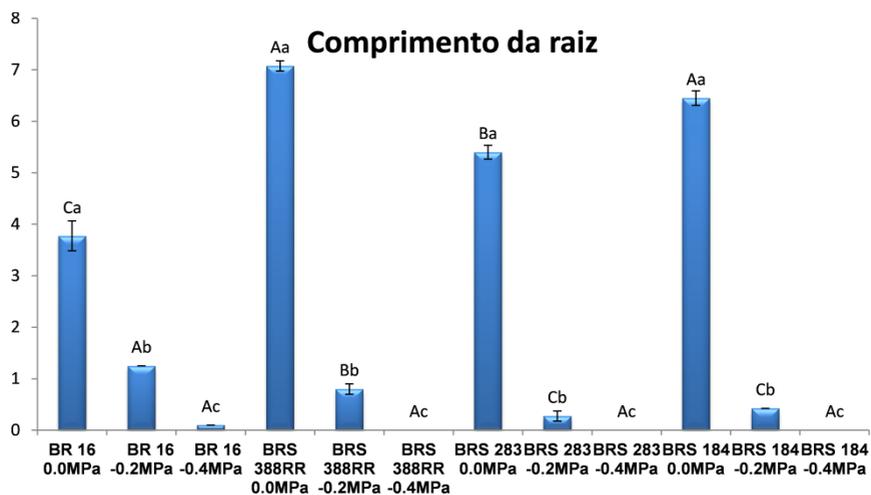
**Figura 1.** Porcentagem de germinação dos genótipos BR16, BRS 388RR, BRS283 e BRS184, em relação aos diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre cultivares ou letra minúscula entre tratamentos não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 2.** Comprimento de plântula (hipocótilo + raiz) dos genótipos BR16, BRS 388RR, BRS283 e BRS184, em relação aos diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre cultivares ou letra minúscula entre tratamentos não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 3.** Comprimento de hipocótilo dos genótipos BR16, BRS 388RR, BRS283 e BRS184, em relação aos diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre cultivares ou letra minúscula entre tratamentos não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 4.** Comprimento de raiz dos genótipos BR16, BRS 388RR, BRS283 e BRS184, em relação aos diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre cultivares ou letra minúscula entre tratamentos não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

# **Produtividade da soja no plantio direto em função da escarificação, do uso de haste mais profunda na semeadura e da cultura antecessora**

CARMO, C.M.<sup>1</sup>; FRANCHINI, J.C.<sup>2</sup>; DEBIASI, H.<sup>2</sup>; PINHATA, A.A.<sup>1</sup>  
SANTOS, E.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL, Campus Palhano, Londrina-PR, camilamariacarmo@gmail.com; <sup>2</sup>Embrapa Soja

## **Introdução**

O sistema de plantio direto (SPD), quando manejado segundo seus conceitos básicos: mínimo revolvimento, cobertura permanente e rotação de culturas, se apresenta como o mais adequado para a sustentabilidade econômica e ambiental da agricultura brasileira. No entanto, a intensificação dos sistemas de produção, o manejo do solo sob condições inadequadas de umidade e a produção insuficiente de resíduos vegetais podem causar a compactação contribuindo para a perda da qualidade do solo (DEBIASI et al., 2010). O manejo adotado atualmente no SPD tem contribuído para a compactação do solo principalmente na camada de solo localizada entre 0,1 a 0,2 m de profundidade (FRANCHINI et al., 2011). Este comportamento está associado ao tráfego intensivo de máquinas para a colheita da soja e a semeadura do milho segunda safra

nos meses de janeiro e fevereiro, quando a umidade do solo normalmente é mais elevada. O problema é agravado pela baixa quantidade e qualidade dos resíduos vegetais produzidos. A compactação do solo impede o desenvolvimento adequado do sistema radicular, reduzindo a área de solo explorada em busca de água e nutrientes e consequentemente reduzindo o potencial produtivo das culturas.

Embora tecnicamente seja indicada a diversificação de culturas para reverter o processo de degradação física do solo, os produtores têm optado pelo uso de práticas mecânicas para romper camadas de solo em processo de compactação. Nesse sentido, os escarificadores são os implementos mais utilizados com esse objetivo. No entanto, esta operação utilizada isoladamente apenas rompe a camada compactada, mas não contribui para a reconstrução e estabilização da estrutura danificada, sendo os resultados via de regra negativos, já que solos sem estrutura tem sua capacidade de armazenar água diminuída. Alternativamente, nos últimos anos, têm surgido no mercado semeadoras com o sistema de abertura do sulco que utiliza hastes sulcadoras que atingem profundidade maior do que o sistema tradicional conhecido como botinha ou facão. Estes sulcadores podem romper a camada compactada, sem causar a mesma desestruturação do solo observada pelo uso do escarificador, devido a geometria da haste.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar no plantio direto em função da escarificação, do uso de haste mais profunda na semeadura e da cultura antecessora.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado em um experimento que vem sendo conduzido desde fevereiro de 2013 na Embrapa Soja, em Londrina/PR, sobre um Latossolo Vermelho distroférico (784 g kg<sup>-1</sup> de argila na camada de 0-30 cm). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três repetições em esquema fatorial 4 x 2 x 2. O primeiro fator foi o sistema de culturas na safra outono-inverno (aveia, trigo, milho e *Urocloua ruziziensis*) alocadas em parcelas de 5 m x 15 m. O segundo fator foi o sistema de manejo do solo (SPD

contínuo e SPD com mobilização de solo por meio de um escarificador com ação na profundidade de 25 cm) alocados nas parcelas de 5 x 15 m. A escarificação foi realizada em 2013 e 2014 antes das implantação da cultura de inverno. O terceiro fator foi a utilização de haste sulcadora (com 8 cm e 22 cm de profundidade) alocada em subparcelas de 2,5 X 15 m.

A soja (BRS 359 RR) foi semeada em 10/11/2016, por meio de semeadora-adubadora tratorizada, com 45 cm de espaçamento entrelinhas e população de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de base consistiu da aplicação de 270 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 0-20-20 na linha de semeadura. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para a soja na região. A produtividade da soja foi determinada por meio da colheita mecânica de 13 m das três linhas da parcela, equivalendo a uma área útil de 17,55 m<sup>2</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F,  $p < 0,05$ ). Havendo interação significativa entre os fatores estudados (cultura antecessora x manejo do solo x haste sulcadora), a comparação entre as médias nos desdobramentos foram feitas por meio do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2008).

## Resultados e Discussão

A cultura antecessora contribuiu para aumentar a produtividade da soja (Figura 1), pois o aumento no aporte de resíduos vegetais tanto na superfície (palha) quanto no perfil do solo (raízes) contribuiu para a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. A utilização de Uroclou proporcionou a maior produtividade da soja diferindo estaticamente das outras culturas antecessoras. Entre os fatores que contribuíram para essa resposta, cabe ressaltar, a quantidade de fitomassa do sistema radicular, aliada a sua característica de ser agressivo e profundo, descompactando o solo e recuperando nutrientes acumulados em profundidades, que posteriormente serão disponibilizados em superfície por meio da sua massa seca para a cultura subsequente, no caso a soja (DIAS, 2012; ALBUQUERQUE et al., 2005; FABIAN, 2009; OLIVEIRA, 2014).

Em relação aos sistemas de manejo do solo, o SPD contínuo mostrou-se superior ao SPD com escarificação no que diz respeito a produtividade da soja (Figura 2). Nesse sentido, o SPD contínuo permite a permanência de maior quantidade de massa vegetal na superfície de solo, o que contribui para reduzir as perdas de água por evaporação. Além disso, o SPD escarificado, em consequência do revolvimento do solo, mesmo que de forma localizada, gera a desestruturação do solo, de forma que, mesmo após 2 anos desse manejo, a capacidade de armazenamento de água pode ter sido reduzida. É importante ressaltar que embora a escarificação possa reduzir a compactação pela desestruturação do solo, por outro lado, ocorre a redução de poros responsáveis pelo armazenamento de água, o que pode ser limitante sob condições de estresse hídrico, como verificado na safra avaliada neste estudo (GAMERO et al., 2008; CALONEGO, ROSOLEM, 2008).

Quando comparada a produtividade da soja em função das culturas antecessoras e dos sistemas de manejo do solo, não foram observadas diferenças entre as estas dentro do sistema SPD contínuo (Figura 3), indicando que o sistema apresenta maior estabilidade de produção independente das culturas utilizadas na sucessão. Por outro lado, no SPD escarificado foi observada diferença entre os sistemas de culturas, sendo a produtividade da soja maior para as plantas de cobertura e adubação verde, aveia e Urocloa, as quais devido as características de maior produção de biomassa de parte aérea e raízes, neutralizaram em parte os efeitos desestruturantes da prática mecânica.

A profundidade de trabalho da haste sulcadora não apresentou efeito sobre a produtividade da soja, nem em função do sistema de culturas (dados não mostrados), nem em função dos sistemas de manejo do solo (Figura 4). Aparentemente, as propriedades físicas do solo em ambos os sistemas não foram o principal fator limitante a produtividade da soja durante o experimento (CORDEIRO JUNIOR et al., 2016).

## Conclusão

A produtividade da soja foi negativamente afetada pela escarificação do solo no SPD;

O sistema de culturas com a presença de plantas de cobertura e adubação verde, particularmente a Urocloua, contribuíram para aumentar a produtividade da soja;

A profundidade de trabalho da haste sulcadora da semeadora não teve influência sobre a produtividade da soja, independente do sistema de culturas e de manejo do solo.

## Referências

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; KUNTZE, M. A. G. Relação de atributos do solo com a agregação de um latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 415-424, 2005.

CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1399-1407, 2008.

CORDEIRO JUNIOR, R.; MORAES, M. T.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT, A. A.; SANTOS, E. L.; BALICO, G. G.; PINHATA, A. A.; DEBIASI, H. Valores críticos de resistência à penetração em diferentes conteúdos de água do solo na sucessão soja/milho 2ª safra. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 11., 2016, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 192-199. (Embrapa Soja. Documentos, 373).

DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 603-612, jun. 2010.

DIAS, A. C. **Plantas de cobertura de solo na atenuação da erosão hídrica no sul do Estado de Minas Gerais**. 2012. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

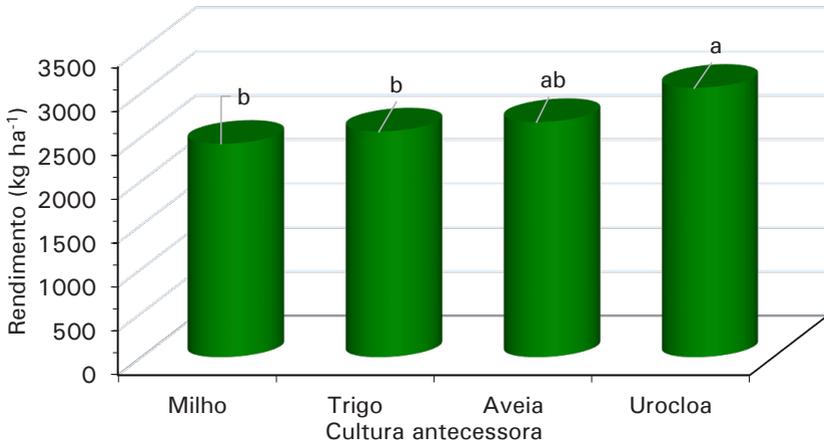
FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009. 83p. Tese (doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal – Jaboticabal, 2009.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

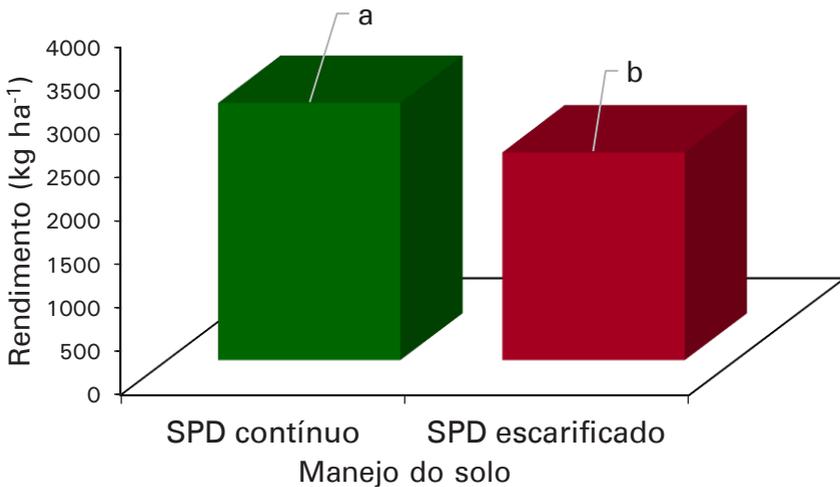
FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M. da; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 50 p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

GAMERO, C. A.; MAHL, D.; SILVA, R.B.; SILVA, P. R. A. Resistência do solo à penetração, cobertura vegetal e produtividade do milho em plantio direto escarificado do milho em plantio direto escarificado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, p. 741-747, 2008.

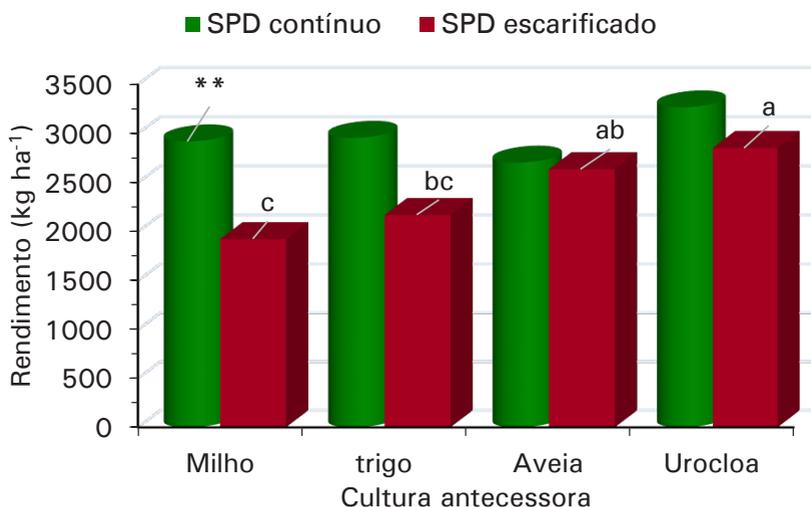
OLIVEIRA, F. E. R. **Efeito de coberturas vegetais sobre a dinâmica de nutrientes e da matéria orgânica do solo no cultivo da laranjeira**. 2014. 63f. Dissertação (Mestrado em Solos e Qualidade de Meio Ambiente) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.



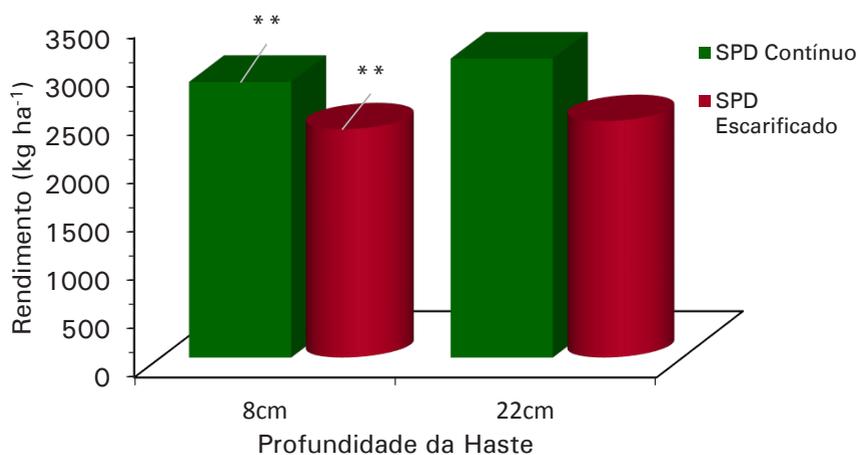
**Figura 1.** Produtividade de soja em função da cultura antecessora. Londrina, PR. Safra 2016/2017. Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente (Teste F,  $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Produtividade de soja em função do sistema de manejo do solo adotado. Londrina, PR. Safra 2016/2017. Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente (Teste F,  $p < 0,05$ ).



**Figura 3.** Produtividade de soja em função do sistema de manejo do solo adotado e a cultura antecessora. Londrina, PR. Safra 2016/2017. Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente (Teste F,  $p < 0,05$ ). \*\* = não significativo (Teste F,  $p < 0,05$ ).



**Figura 4.** Produtividade de soja em função do sistema de manejo adotado e profundidade da haste. Londrina, PR. Safra 2016/2017. \*\* = não significativo (Teste F,  $p < 0,05$ ).

# Visitantes florais presentes em soja Bt e não Bt na região do cerrado brasileiro

FERNANDES, J. B.<sup>1</sup>; FAZAN, J. C.<sup>2</sup>; GAZZONI, D. L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina - UEL, Mestrando em Agronomia, Londrina, PR, joanbrigo@gmail.com; <sup>2</sup> Universidade Estadual de Londrina - UEL, Mestranda em Agronomia; <sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa Soja.

## Introdução

Os insetos possuem alta eficiência para a polinização de plantas em todo o mundo, sua presença e interação com as plantas resultam na dispersão do pólen e aumento na qualidade e quantidade de produção agrícola (NOGUEIRA-COUTO et al., 1990).

Dentre os mais eficientes agentes polinizadores estão as abelhas, pertencentes à ordem Hymenoptera, por necessitarem de uma grande quantidade de visitação de flores para obter pólen e néctar para manutenção da colônia (CORBET et al., 1991). Elas são referidas como polinizadores em 90% das espécies de plantas sendo 80% de interesse econômico (MCGREGOR, 1976).

Nas culturas que dependem exclusivamente do serviço de polinização para produção de alimentos, em amplitude mundial, estima-se que os agentes polinizadores podem alcançar US\$ 54 bilhões de dólares de contribuição por ano (KENMORE; KRELL, 1998).

De acordo com D´Avila e Marchini (2005), as abelhas de espécie *Apis mellifera* são as mais frequentes e atuantes, com grande aptidão para a polinização em ambientes de produção agrícola comercial no Brasil. Salientam ainda que mais estudos devem ser realizados para que a interação, comportamento e biologia de abelhas como polinizadores de culturas comerciais e auxiliaadoras de incremento de produção seja quantificado.

Na cultura da soja, relacionando aumento de produtividade com a ação de agentes polinizadores Moreti et al. (1993) observaram um aumento de 60 a 230% em produtividade e Ribeiro e Nogueira-Couto (2002) descreveram 66,17% de grãos viáveis em flores visitadas por abelhas contra 33,83% em flores não visitadas.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo realizar levantamento da presença de insetos visitantes florais da ordem Hymenoptera, por meio de observação em lavouras comerciais de soja Bt e Não Bt na região do cerrado brasileiro.

## **Material e Métodos**

O estudo foi conduzido em lavouras comerciais de soja no ano agrícola 2016/17, no município de Sorriso, Mato Grosso. Foram selecionadas seis áreas em propriedades agrícolas, sendo três áreas de cultivar de soja Bt e três áreas de cultivar de soja não Bt. Todas as áreas possuíam formações florestais (área de preservação permanente-APP) em seu entorno. O tamanho de cada área foi de aproximadamente 10 hectares e o manejo realizado foi idêntico ao do produtor com exceção ao controle de pragas, onde foram utilizadas as recomendações do MIP-Soja, além da obrigatoriedade de não aplicar inseticida na floração, para não influenciar no levantamento dos visitantes florais. As áreas selecionadas localizam-se nas fazendas Cella (Figura 1), Malibu (Figura 2) e Santo

Antônio (Figura 3). As cultivares de cada talhão estão discriminadas na Tabela 1.

Para a avaliação dos visitantes florais da lavoura de soja, foram marcados seis pontos fixos sendo três pontos distanciados 30 metros da borda do fragmento de mata e mais três pontos a 150 metros. Em cada ponto foram efetuadas observações visuais, abrangendo dois metros lineares de soja, respeitando um minuto de imobilidade para eliminar o efeito de perturbação de voo dos visitantes florais e, durante cinco minutos, todos os himenópteros que visitavam as flores de soja na área monitorada foram computados e separados em *Apis* e não *Apis*. Em virtude de resultados de experimentos anteriores, as avaliações constaram de quatro blocos de seis amostragens, entre as 8:00 e as 12:00 horas.

As coletas de espécimes visitantes florais presentes nas áreas com soja para futura identificação foram efetuadas utilizando redes entomológicas, em cada data de amostragem, às 10:00 horas, com um caminhar de 20 passos entre duas linhas de soja. Posteriormente em laboratório, foram separados os espécimes de himenópteros, armazenados em álcool 70 GL e enviados à UFPR para identificação.

Os dados do levantamento da presença de visitantes florais nas áreas do estudo, foram agrupados e transformados em percentuais, com o objetivo de obter um panorama geral da região, facilitar a visualização e possíveis comparações.

## Resultados e Discussão

Foi constatado que o horário que obteve maior frequência de visitantes florais foi no levantamento iniciado às 10:00 (Figura 1). Considerando todos os himenópteros observados, houve maior frequência de visitaçãõ nas áreas não Bt quando comparada com áreas Bt (Figura 2).

Na comparação de frequência em soja Bt e Não Bt considerando somente *Apis*, a diferença foi maior, sendo presenciado em maior quantidade em áreas Não Bt com 64% contra 36% em áreas Bt (Figura 3).

Para visitantes florais não *Apis* 52% foram observados nas áreas Não Bt e 48% em áreas Bt (Figura 4). No total de visitantes florais (*Apis* e não *Apis*) observados em todos os levantamentos, houve maior frequência de himenópteros Não *Apis* com 59% versus 41% de *Apis* (Figura 5).

Durante o florescimento da soja, no mês de dezembro de 2016, houve a ocorrência de excesso de chuvas, ocasionando a impossibilidade de avaliação em alguns dias da semana, conforme o planejamento inicial.

## Conclusão

O horário de maior frequência na visitação foi entre 10:00 e 11:00 horas e a presença de visitantes florais em áreas de soja **Não Bt** foi maior comparado com áreas de soja Bt, tendo sido registrado maior frequência de visitação de espécimes **não *Apis***.

## Referências

CORBET, S.A.; WILLIAMS, I.H.; OSBORNE, J.L. Bees and pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, n. 720, p. 47-59, 1991.

D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2013.

KENMORE, P.; KRELL, R. Global perspectives on pollination in agriculture and agroecosystem management. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE, WITH EMPHASIS ON BEES, São Paulo, 1998.

MCGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: ARS-USDA, 1976. 411 p.

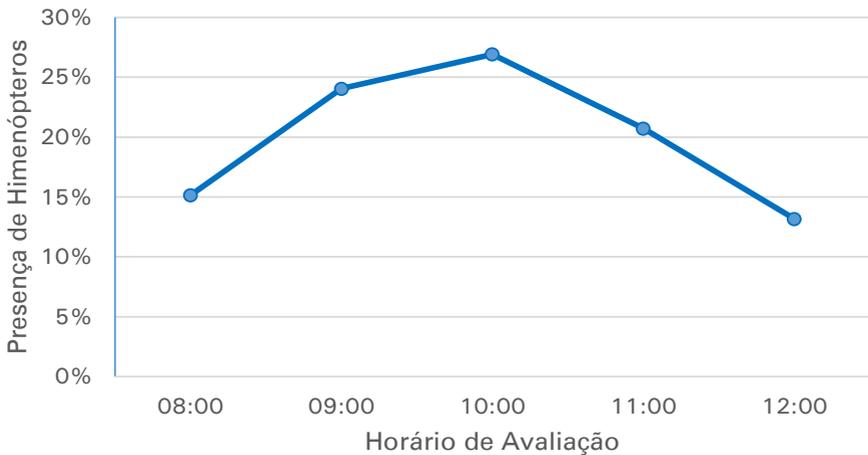
MORETI, A.C. de C.C.; SILVA, E.C.A.; ALVES, M.L.T.M.F. Observações iniciais sobre a polinização do girassol (*Helianthus annuus* L.) efetuada por *Apis mellifera* L. **Boletim de Indústria Animal**, v. 50, n. 1, p. 31-34, 1993.

NOGUEIRA-COUTO, R.H.; PEREIRA, J.M.S.; COUTO, L.A. Estudo da polinização entomófila em *Cucurbita pepo* (abóbora italiana). **Científica**, v. 18, n. 1, p. 21-27, 1990.

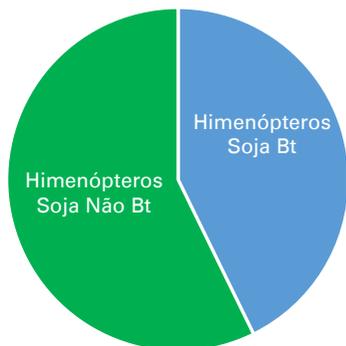
RIBEIRO, A. de M.F.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. Polinização entomófila de soja (*Glycine max*), cultivar Conquista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, 2002. **Anais...** p.26.

**Tabela 1.** Cultivares das áreas Bt e Não Bt monitoradas em Sorriso/MT.

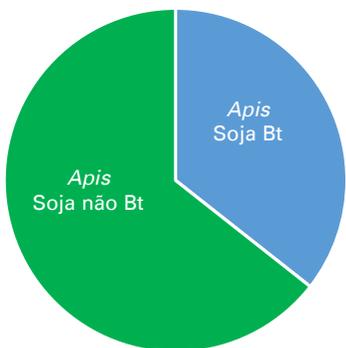
Propriedade	Cultivar	Bt/NãoBt
Fazenda Cella	Brasmax Opus	Bt
	Nidera 7901	Não Bt
Fazenda Malibu	Monsoy 8372	Bt
	Y 70 Pioneer	Não Bt
Fazenda Santo Antônio	Monsoy 8372	Bt
	Brasmax Desafio	Não Bt



**Figura 1.** Curva populacional da frequência de visitantes florais himenópteros de acordo com o horário de início das avaliações nas áreas monitoradas em Sorriso/MT na safra 2016/17.



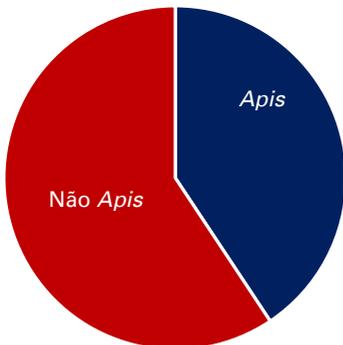
**Figura 2.** Comparativo da presença do total de visitantes florais Himenópteros nas áreas monitoradas de soja Bt e Não Bt em Sorriso/Mt na safra 2016/17.



**Figura 3.** Porcentagem da presença de *Apis* em áreas de soja Bt e não Bt nas áreas monitoradas em Sorriso/MT na safra de 2016/17.



**Figura 4.** Porcentagem da presença de Não *Apis* em áreas de soja Bt e não Bt nas áreas monitoradas em Sorriso/MT na safra de 2016/17.



**Figura 5.** Comparativo da presença do total de Himenópteros *Apis* e Não *Apis* no agrupamento das áreas monitoradas em Sorriso/MT na safra de 2016/17.

**Embrapa**

---

**Soja**

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13835