

**IX Jornada Acadêmica da
Embrapa Soja**

Resumos expandidos



CGPE 11375

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

Documentos 352

IX Jornada Acadêmica da Embrapa Soja

Resumos expandidos

Paula Geron Saiz-Melo
Editora Técnica

Embrapa Soja
Londrina, PR
2014

Embrapa Soja

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

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *Ricardo Vilela Abdelnoor*
Secretário-Executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*
Membros: *Adeney de Freitas Bueno, Adônis Moreira, Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudio Guilherme Portela de Carvalho, Fernando Augusto Henning, Eliseu Binneck, Liliane Márcia Mertz Henning e Norman Neumaier.*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*
Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica e capa: *Thais Cavalari Rosa*

1ª edição

On line (2014)

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 (9. : 2014: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] IX Jornada Acadêmica da Embrapa Soja.

[recurso eletrônico] - Londrina: Embrapa Soja, 2014.

203 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 352)

Editora técnica: Paula Geron Saiz-Melo.

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

CDD 633.34072

© Embrapa 2014

Editora técnica

Paula Geron Saiz-Melo

Relações Públicas

Analista da Embrapa Soja

Londrina/PR

paula.saiz@embrapa.br

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 de Publicações da Embrapa Soja. Além disso, interagem com seus pares e com o público interno da empresa, em um significativo processo de aprendizagem.

Em sua 9ª edição, realizada em julho de 2014, a Jornada contou com 26 trabalhos inscritos e 22 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 IX 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

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Resumos Expandidos | 9 |
| Influência do déficit hídrico sobre alguns parâmetros agrônômicos em cultivares e linhagens de soja | 9 |
| O comportamento de busca da informação digital/eletrônica: um estudo focado nos pesquisadores da Embrapa Soja | 21 |
| Perdas de produtividade da soja em diferentes épocas de semeadura em Londrina/PR na safra 2012/2013 | 30 |
| Adubação nitrogenada, espaçamento e população de plantas sobre o estado nutricional e componentes fisiológicos da soja | 40 |
| Efeito do glifosato na absorção de zinco pela soja | 47 |
| Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol cultivados nas condições de segunda safra brasileira | 53 |
| Evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da soja em semeadura cruzada e não cruzada..... | 60 |
| Semeadura cruzada na cultura da soja em diferentes cultivares e densidades de plantas..... | 68 |
| Evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da soja em função do espaçamento entre as fileiras | 75 |
| Redução do espaçamento entre fileiras na produtividade de duas cultivares de soja sob diferentes densidades de semeadura..... | 82 |
| Soja <i>Bt</i> não afeta o desenvolvimento do Parasitoide <i>Telenomus podisi</i> (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) | 89 |
| Preservação em longo prazo do fungo entomopatogênico de lepidópteros, <i>Nomuraea rileyi</i> a -20°C | 97 |
| Desenvolvimento de <i>Heliothis virescens</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em grãos de milho convencional sob diferentes temperaturas | 103 |

Resumos Expandidos

Influência do déficit hídrico sobre alguns parâmetros agrônômicos em cultivares e linhagens de soja

BARBOSA, D. A.¹; OLIVEIRA, T. B. M.²; MATSUO, D. T.²; PLATH, C. H.²; NICOLINO FILHO, C. J.²; FERREIRA, L. C.³; ALVES, V. S.⁴; OLIVEIRA, M. C. N.⁵; MERTZ-HENNING, L. M.⁵; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.⁵; NEPOMUCENO, A. L.⁵; FARIAS, J. R. B.⁵; NEUMAIER, N.⁵ ¹Universidade Estadual do Norte do Paraná- Bolsista CNPq/PIBIC, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ²Universidade Norte do Paraná - Bolsista Embrapa, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ³Pós doutorando/CNPq, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ⁴Pesquisador, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procopio, Paraná. ⁵Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. e-mail: danielbar14@hotmail.com

Introdução

A disponibilidade hídrica é considerada o fator climático de maior efeito sobre a produtividade agrícola (FIOREZE et al., 2011). Na cultura da soja, diversos estudos comprovam que o período reprodutivo é o mais sensível ao déficit hídrico. No entanto, não há consenso entre os autores quanto ao(s) estágio(s) mais crítico(s) à baixa umidade do solo. Por sua vez, a necessidade de água na cultura da soja aumenta conforme o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo no florescimento-enchimento de grãos e decrescendo posteriormente. Déficit hídricos expressivos durante tais estágios provocam alterações fisiológicas nas plantas, causando queda prematura de folhas

Efeito do volume de calda, adjuvante e horário de aplicação sobre a eficiência de controle de percevejos em soja. 111

Teor de clorofila e taxa fotossintética de folhas de soja em resposta ao ataque do percevejo-marrom, *Euschistus heros*. 120

Suscetibilidade relativa de *Spodoptera frugiperda*, *S. eridania*, *S. albula*, *S. cosmiodes* e *Anticarsia gemmatalis* aos inseticidas chlorantraniliprole e flubendiamida..... 126

Ocorrência de Heliothinae e seus Inimigos Naturais na Safra 2013/14 no Estado do Paraná 130

Biologia de *dichelops melacanthus* alimentados com milho *Bt* em diferentes temperaturas. 136

Diversidade genética de isolados de *Cercospora sojina* de diferentes regiões do Brasil 145

Análise de atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de manejo e profundidades pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína. 151

Produtividade de grãos de trigo e de soja em função do estado de compactação de um Latossolo Vermelho..... 158

Resistência de cultivares de soja a mancha bacteriana marrom, causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. 170

Biologia de *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) em Soja *Bt* e não-*Bt* 176

Estoques de carbono em sistemas de manejo do solo no bioma mata atlântica após 29 anos..... 181

Indicadores microbiológicos e bioquímicos de qualidade em solo de baixa fertilidade natural com diferentes manejos de calagem e adubação fosfatada 188

Efeito do aumento da temperatura sobre o ciclo biológico e de gerações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae) 196

e flores e abortamento de vagens, além de reduzir a produtividade de grãos (FIETZ; URCHEI, 2002).

O elemento responsivo à desidratação *cis*-atuante (DRE), identificado em *Arabidopsis thaliana*, encontra-se envolvido na expressão gênica ABA-independente sob condições de seca, baixas temperaturas e alta salinidade (NORDIN; HEINO; PALVA, 1991; YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI, 1993; IWASAKI et al., 1997). Os genes de ligação ao DRE - DREB1 e DREB2 - são fatores de transcrição (FTs) que se ligam à região promotora de genes responsivos à desidratação tais como o *rd29A*, desta forma induzindo sua expressão em resposta a diferentes estresses abióticos (SHEN; JENSEN; BOHNERT, 1997; STOCKINGER; GILMOUR; THOMASHOW, 1997; BHATNAGAR-MATHUR et al., 2007). Neste sentido, a inserção do FT *AtDREB1A* sob o controle do promotor estresse-induzido *rd29A* aumentou com sucesso a tolerância à seca em *Arabidopsis thaliana* (GILMOUR et al., 1998), tabaco (KASUGA et al., 2004), arroz (ITO et al., 2006), milho (QIN et al., 2007), trigo (GAO et al., 2009) amendoim (BHATNAGAR-MATHUR et al., 2007; VADEZ et al., 2013) e soja (LI et al., 2005; POLIZEL et al., 2011).

Além do gene *DREB1*, outro fator de transcrição da família DREB, o gene *DREB2A* vem sendo utilizado na obtenção de plantas mais tolerantes à seca, salinidade e calor (SAKUMA et al., 2006; QIN et al., 2007; CHEN et al., 2007). Entretanto, os melhores resultados têm sido obtidos com a construção DREB2 CA que possui deleções específicas na região codante que codifica para a proteína DREB2 eliminando efeitos deletérios que normalmente ocorrem quando a proteína é expressa em altos níveis (QIN et al., 2007; CHEN et al., 2007; SAKUMA et al., 2006; SCHRAMM et al., 2008).

Assim, o presente estudo objetivou avaliar o desempenho das cultivares de soja BR 16 e Embrapa 48 e das linhagens transgênicas P58 DREB1A, P2193 DREB2A e O9D-0077 (cruzamento BR16 x P58 DREB1A), em resposta à quatro condições de disponibilidade hídrica sob condições de campo.

Material e Métodos

O experimento foi implantado no dia 05 de novembro de 2012 e conduzido nos campos experimentais da Embrapa Soja, localizada no município de Londrina-PR, durante a safra 2012/13. As condições de cultivo seguiram as recomendações da Embrapa Soja, sendo utilizado o espaçamento de 0,5 m entre linhas. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro blocos. Nas parcelas, foram distribuídas quatro condições hídricas, correspondentes ao ambiente descoberto irrigado (DI, água de precipitação + irrigação quando necessário), descoberto não-irrigado (DNI, água de precipitação) e dois ambientes mantidos sob coberturas móveis (*rain out shelters*) programadas para fechar na presença de chuva ($\pm 0,02$ mm) a fim de simular condições de seca e induzir déficit hídrico nas plantas no período vegetativo (EV) e no reprodutivo (ER). No EV, a ausência de água teve início no estágio V4, aos 30 dias após a semeadura (DAS), e as plantas voltaram a receber água de precipitação a partir do estágio R2 (52 DAS). No ER, as plantas deixaram de receber água de precipitação a partir do estágio R2 até a colheita. Nas subparcelas, foram distribuídas duas cultivares de soja convencionais, BR 16 e Embrapa 48, consideradas sensível e tolerante ao estresse hídrico, respectivamente (OYA et al., 2004), além das linhagens P58 DREB1A, P2193 DREB2A e O9D-0077 (cruzamento BR16 x P58 DREB1A), como isolinhas da cultivar BR 16. As linhagens P58 e O9D-0077 são geneticamente modificadas com a construção *rd29:AtDREB1*, enquanto que a linhagem P2193 com a construção *rd29:AtDREB2 CA*.

No período de colheita em R8, foram avaliados o número e matéria seca total (g) de vagens por planta, bem como a matéria seca total (g) de sementes por planta, o peso (g) de 100 grãos e o rendimento (kg ha⁻¹). Os resíduos apresentaram distribuição normal e atenderam aos demais pressupostos da análise de variância (ANOVA). Desta forma, os dados foram submetidos à ANOVA e às comparações múltiplas de médias realizadas pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

A cultivar Embrapa 48 apresentou o maior número total de vagens por planta no DI (Figura 1A) em relação às demais condições hídricas. Entretanto, não foram detectadas diferenças entre os genótipos/linhagens sob EV e ER. Além disso, não houve diferenças entre a cultivar BR 16 e as linhagens transgênicas sob as diferentes condições hídricas, exceto os menores valores detectados para o cruzamento 09D-0077 sob DNI. Sob EV e ER, os menores valores foram detectados nas cultivares convencionais BR16 e Embrapa 48 e na linhagem DREB2A em relação aos valores obtidos sob DNI e DI. Tal comportamento pode ser devido ao fato de que o déficit hídrico pode resultar em aborto de flores e vagens (EMBRAPA SOJA, 2000; SILVA; CANTERI; SILVA, 2013), o que no presente estudo pode ter ocorrido em função do uso das coberturas móveis. Com relação à matéria seca total de vagens por planta (Figura 1B), também não foram detectadas diferenças entre os genótipos/linhagens sob EV e ER. Em adição, não houve diferenças entre a cultivar BR 16 e as linhagens transgênicas sob EV, ER e DI, enquanto menores valores foram detectados nas linhagens DREB1A e 09D-0077 e na cultivar Embrapa 48 sob DNI. Esperavam-se maiores valores para as linhagens transgênicas em relação à BR 16 sob EV e ER, uma vez que a seca acentuada durante a fase final de floração e na formação das vagens pode causar abortamento de quase todas as flores restantes e vagens recém-formadas e a falta de carga nas plantas pode provocar uma segunda florada, normalmente infértil, resultando em retenção foliar pela ausência de demanda pelos produtos da fotossíntese (EMBRAPA SOJA, 2000; SILVA; CANTERI; SILVA, 2013).

Maior matéria seca total de sementes por planta foi observada para a cultivar BR 16 sob DNI em relação aos demais genótipos/linhagens (Figura 1C). Por sua vez, não houve diferenças entre a cultivar BR 16 e as linhagens transgênicas sob EV, ER e DI. As cultivares Embrapa 48 e BR 16 bem como o cruzamento 09D-0077 apresentaram menores valores sob EV e ER em relação aos detectados sob DNI e DI. Esperavam-se maiores valores para as linhagens transgênicas em relação à BR 16, sob EV e ER, uma vez que o déficit hídrico durante o enchimento

de grãos é mais prejudicial do que durante a floração (FARIAS et al., 2001), tendo em vista que a cultivar BR 16 é sensível à seca (CASA-GRANDE et al., 2001; OYA et al., 2004; STOLF et al., 2009; BIANCO et al., 2013).

Detectou-se menor peso de 100 grãos na cultivar Embrapa 48 sob EV, DNI e DI em relação aos demais genótipos/linhagens (Figura 1D). A linhagem DREB1A apresentou menores valores sob EV, DNI e DI em relação à BR 16. O cruzamento 09D-0077 também apresentou menores valores que a BR 16 sob EV. Além disso, exceto a cultivar Embrapa 48, todos os genótipos/linhagens apresentaram menores valores sob ER. Tal fato pode ter sido devido ao déficit hídrico resultar em limitações à divisão e ao alongamento celular ou menor acúmulo de matéria seca em grãos em formação conforme a época de ocorrência (FAGERIA; BALIGAR; CLARK, 2006).

Com relação ao rendimento (Figura 2), não houve diferença entre os genótipos/linhagens nas condições hídricas DNI e DI. Sob ER, não houve diferença entre a cultivar BR 16 e as linhagens transgênicas. Além disso, menores valores foram detectados no cruzamento 09D-0077 em relação à BR 16 sob EV. Em todos os genótipos e linhagens, menores valores foram detectados sob ER em relação às demais condições hídricas. Esta redução no rendimento sob ER pode ter sido em função da menor atividade fotossintética da folha e menor remobilização de C e N para o grão (SOUZA; EGLI; BRUENING, 1997; BIANCO et al., 2013).

Deve ser ressaltado que a safra 2012/2013 caracterizou-se por períodos de precipitação intensa, com picos de 87,7 e 57 mm no primeiro e terceiro decêndios de novembro de 2012, respectivamente; 102,3 mm no terceiro decêndio de dezembro de 2012; 71,4 mm no segundo decêndio de janeiro de 2013; 117,1 mm no segundo decêndio de fevereiro de 2013 e 124,6 mm no segundo decêndio de março de 2013, já no período de colheita em R8 (05/03/13-03/04/13). Assim, tais períodos de precipitação intensa podem ter sido responsáveis pela ausência de diferenças estatísticas significan-

tes entre alguns resultados do presente estudo sob as condições DI e DNI (BIANCO et al., 2013). Mesmo com o uso de coberturas móveis, a alta precipitação pluviométrica ocorrida no período provocou uma baixa demanda evaporativa na atmosfera, com dias nublados e com alta umidade do ar.

Conclusões

- De maneira geral, na comparação entre as condições hídricas, o déficit hídrico induzido no período reprodutivo (ER) proporcionou pior desempenho dos genótipos e linhagens transgênicas, independentemente da presença dos FTs DREB, para os diferentes parâmetros agrônômicos avaliados;
- Sob condições de déficit hídrico no período vegetativo (EV) e reprodutivo (ER), de maneira geral não se observou melhor desempenho das linhagens transgênicas em relação à BR 16.
- A reduzida demanda evaporativa da atmosfera causada por dias nublados e temperaturas menores, além do excesso de umidade no solo, na safra 2012/13 pode ter dificultado a comparação entre os materiais estudados, o que pode ser constatado pela não observação de diferenças significativas entre o rendimento das linhagens P58, P2193 e 09D-0077 e o da cultivar BR16.

Referências

BHATNAGAR-MATHUR, P.; DEVI, M.J.; REDDY, D.S.; LAVANYA, M.; VADEZ, V.; SERRAJ, R.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHARMA, K.K. Stress-inducible expression of *At DREB1A* in transgenic peanut (*Arachis hypogaea* L.) increases transpiration efficiency underwater-limiting conditions. **Plant Cell Reports**, v.26, p.2071–2082, 2007.

BIANCO, L.F., TREVIZAN, F.H., NICOLINO FILHO, C.J., OLIVEIRA, T.B.M., NEIVERTH, W., CRUSIOL, L.G.T., RIO, A., SIBALDELLI, R.N.R., CARVALHO, J.F.C., FERREIRA, L.C., NEPOMUCENO,

A.L., NEUMAIER, N., FARIAS, J.R.B. Algumas características das cultivares de soja Embrapa 48 e BR 16 em diferentes regimes hídricos. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p.135-139. (Embrapa Soja. Documentos, 339).

CASAGRANDE, E.C.; FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; OYA, T.; PEDROSO, J.; MARTINS, P.K.; BRETON, M.C.; NEPOMUCENO, A.L. Differential gene expression in soybean during water deficit. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.13, p.168-184, 2001.

CHEN, M.; WANG, Q.Y.; CHENG, X.G.; XU, Z.S.; LI, L.C.; YE, X.G.; XIA, L.Q.; MA, Y.Z. *GmDREB2*, a soybean DRE-binding transcription factor, conferred drought and high-salt tolerance in transgenic plants. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.353, p.299-305, 2007.

EMBRAPA SOJA. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 226p.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. **Physiology of crop production**. New York: The Haworth, 2006. 345p.

FARIAS, J.R.B.; ASSAD, E.D.; ALMEIDA, I.R.; EVANGELISTA, B.A.; LAZZAROTTO, 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, p.415-421, 2001.

FIETZ, C.R.; URCHEI, M.A. Deficiência hídrica da cultura da soja na região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.262-265, 2002.

FIGUEIREDO, S.L.; PIVETTA, L.G.; FANO, A.; MACHADO, F.R.; GUIMARÃES, V.F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, v.58, p.342-349, 2011.

GAO, S.Q.; CHEN, M.; XIA, L.Q.; XIU, H.J.; XU, Z.S.; LI, L.C.; ZHAO, C.P.; CHENG, X.G.; MA, Y.Z. A cotton (*Gossypium hirsutum*) DRE binding transcription factor gene, *GhDREB*, confers enhanced tolerance to drought, high salt, and freezing stresses in transgenic wheat. **Plant Cell Reports**, v.28, p.301–311, 2009.

GILMOUR, S.J.; ZARKA, D.G.; STOCKINGER, E.J.; SALAZAR, M.P.; HOUGHTON, J.M.; THOMASHOW, M.F. Low temperature regulation of the *Arabidopsis* CBF family of AP2 transcriptional activators as an early step in cold-induced COR gene expression. **The Plant Journal**, v.16, p.433–443, 1998.

ITO, Y.; KATSURA, K.; MARUYAMA, K.; TAJI, T.; KOBAYASHI, M.; SEKI, M.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Functional analysis of rice DREB1/CBF-type transcription factors involved in cold-responsive gene expression in transgenic rice. **Plant Cell Physiology**, v.47, p.141–153, 2006.

IWASAKI, T.; KIYOSUE, T.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. The dehydration-inducible *Rd17* (*Cor47*) gene and its promoter region in *Arabidopsis thaliana* (accession no. AB004872) (PGR 97-156). **Plant Physiology**, v.115, p.1287, 1997.

KASUGA, M.; MIURA, S.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.A. Combination of the *Arabidopsis* DREB1A gene and stress-inducible *rd29A* promoter improved drought- and low-temperature stress tolerance in tobacco by gene transfer. **Plant Cell Physiology**, v.45, p.346–350, 2004.

LI, X.P.; TIAN, A.G.; LUO, G.Z.; GONG, Z.Z.; ZHANG, J.S.; CHEN, S.Y. Soybean DRE-binding transcription factors that are responsive to abiotic stresses. **Theoretical and Applied Genetics**, v.110, p.1355-1362, 2005.

NORDIN, K.; HEINO, P.; PALVA, E.T. Separate signal pathways regulate the expression of a low-temperature-induced gene in

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. **Plant Molecular Biology**, v.115, p.875–879, 1991.

OYA, T.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J.R.B.; TOBITA, S.; ITO, O. Drought tolerance characteristics of Brazilian soybean cultivars – evaluation and characterization of drought tolerance of various Brazilian soybean cultivars in the field. **Plant Production Science**, v.7, p.129-137, 2004.

POLIZEL, A.M.; MEDRI, M.E.; NAKASHIMA, K.; YAMANAKA, N.; FARIAS, J.R.B.; OLIVEIRA, M.C.N.; MARIN, S.R.R.; ABDELNOOR, R.V.; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.; FUGANTI, R.; RODRIGUES, F.A.; STOLF-MOREIRA, R.; BENEVENTI, M.A.; ROLLA, A.A.P.; NEUMAIER, N.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; CARVALHO, J.F.C.; NEPOMUCENO, A.L. Molecular, anatomical and physiological properties of a genetically modified soybean line transformed with *rd29A:AtDREB1A* for the improvement of drought tolerance. **Genetics and Molecular Research**, v.10, p.3641-3656, 2011.

QIN, F.; KAKIMOTO, M.; MARUYAMA, K.; OSAKABE, Y.; TRAN, L.S.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Regulation and functional analysis of *ZMDREB2A* in response to drought and heat stresses in *Zea mays* L. **The Plant Journal**, v.50, p.54-69, 2007.

SAKUMA, Y.; MARUYAMA, K.; QIN, F.; OSAKABE, Y.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Dual function of an *Arabidopsis* transcription factor *DREB2A* in water-stress-responsive and heat-stress-responsive gene expression. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, v.103, p.18822-18827, 2006.

SCHRAMM, F.; LARKINDALE, J.; KIEHLMANN, E.; ENGLICH, G.; VIERLING, E.; PASCAL, K.D. A cascade of transcription factor HsfA3 regulates the heat stress response in *Arabidopsis*. **The Plant Journal**, v.53, p.264-274, 2008.

SHEN, B.; JENSEN, R.G.; BOHNERT, H.J. Increased resistance to oxidative stress in transgenic plants by targeting mannitol biosynthesis to chloroplasts. **Plant Physiology**, v.113, p.1177–1183, 1997.

SILVA, A.J.; CANTERI, M.G.; SILVA, A.L. Haste verde e retenção foliar na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, v.39, p.151-156, 2013.

SOUZA, P.I.; EGLI, D.B.; BRUENING, W. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. **Agronomy Journal**, v.89, p.807-812, 1997.

STOCKINGER, E.; GILMOUR, S.J.; THOMASHOW, M.F. *Arabidopsis thaliana* CBF1 encodes an AP2 domain-containing transcriptional activator that binds to the C-repeat/DRE, a cis-acting DNA regulatory element that stimulates transcription response to low temperature and water deficit. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, v.94, p.1035-1040, 1997.

STOLF, R.; MEDRI, M.E.; PIMENTA, J.A.; BOEGER, M.R.T.; DIAS, J.; LEMOS, N.G.; OLIVEIRA, M.C.N.; BROGIN, R.L.; YAMANAKA, N.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L. Morpho-anatomical and micromorphometrical evaluations in soybean genotypes during water stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, p.1313-1331, 2009.

VADEZ, V.; RAO, J.S.; BHATNAGAR-MATHUR, P.; SHARMA, K.K. DREB1A promotes root development in deep soil layers and increases water extraction under water stress in groundnut. **Plant Biology**, v.15, p.45-52, 2013.

YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. Characterization of the expression of a desiccation-responsive rd29 gene of *Arabidopsis*

thaliana and analysis of its promoter in transgenic plants. **Molecular and General Genetics**, v.236, p.331-340, 1993.

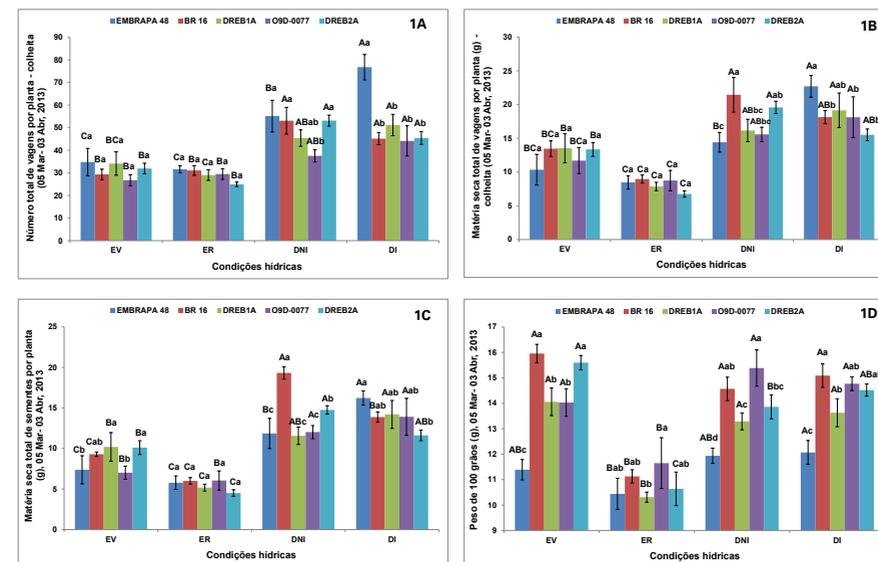


Figura 1. Número (A) e matéria seca (g) total (B) de vagens por planta, matéria seca (g) total de sementes por planta (C) e peso (g) de 100 grãos (D) nas cultivares de soja Embrapa 48 e BR 16 e nas linhagens P58 DREB1A, O9D-0077 e P2193 DREB2A. Colheitas realizadas entre 05 de março e 03 de abril de 2013. EV: estresse no período vegetativo; ER: estresse no período reprodutivo; DNI: descoberto não-irrigado; DI: descoberto irrigado. $n = 4 \pm$ erro padrão, valores médios de dez plantas por parcela. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas entre condições hídricas (dentro de cultivar/linhagem) e minúsculas entre cultivares/linhagens (dentro de condição hídrica) não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

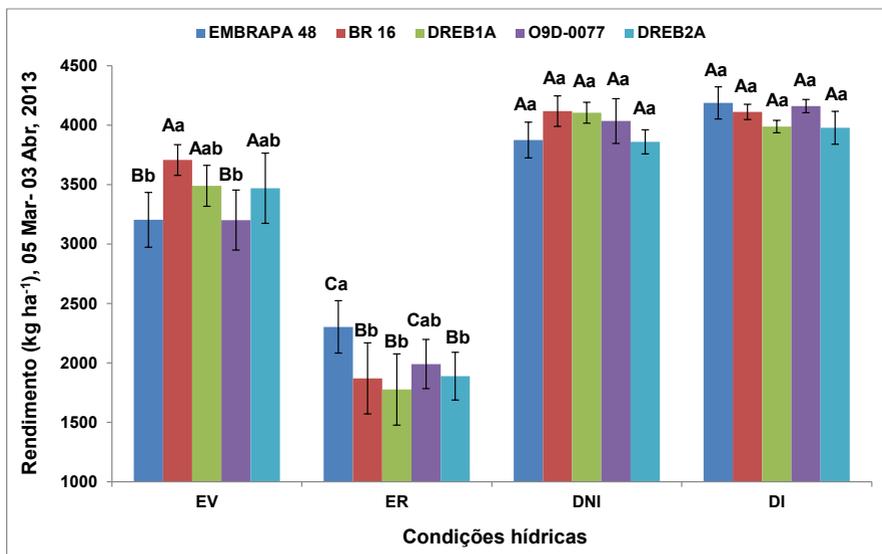


Figura 2. Rendimento (kg ha^{-1}) das cultivares de soja Embrapa 48 e BR 16 e das linhagens P58 DREB1A, O9D-0077 e P2193 DREB2A. Colheitas realizadas entre 05 de março e 03 de abril de 2013. EV: estresse no período vegetativo; ER: estresse no período reprodutivo; DNI: descoberto não-irrigado; DI: descoberto irrigado. $n = 4 \pm$ erro padrão, valores médios de dez plantas por parcela. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas entre condições hídricas (dentro de cultivar/linhagem) e minúsculas entre cultivares/linhagens (dentro de condição hídrica) não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

O comportamento de busca da informação digital/eletrônica: um estudo focado nos pesquisadores da Embrapa Soja

SELES, JOICE DE OLIVEIRA¹; SILVEIRA, JEFERSON ABÍLIO DA¹; SILVA, ALANDIONE APARECIDO DA¹; LIMA, ADEMIR BENEDITO ALVES DE². ¹Acadêmicos de Biblioteconomia da Universidade Estadual de Londrina-UEL. ² Bibliotecário da Embrapa Soja.

Introdução

Essa pesquisa é sobre a necessidade, busca e uso da informação pelos pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, unidade Embrapa Soja.

Observa-se que o comportamento de busca e uso da informação pelos pesquisadores da Embrapa Soja existe quando há lacuna de conhecimento em decorrência de uma situação, ou seja, um problema a ser solucionado.

A fim de compreender como a informação é buscada e qual é o seu formato preferencial (impresso, digital/eletrônico), foi realizado uma coleta de dados com o auxílio de um questionário online. Os questionamentos levantaram as características dos participantes, o comportamento de

busca e uso da informação, conhecimento de algumas ferramentas eletrônicas no SEB – Sistema Embrapa de Biblioteca e o comportamento de busca realizado na pesquisa dentro do Portal de Periódicos da Capes.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, conta com 47 unidades de pesquisa. A unidade Embrapa Soja, criada em 1975, situa-se no Distrito da Warta, no município de Londrina, PR e é referência mundial na pesquisa de soja.

Os 67 pesquisadores da Embrapa Soja constituíram a população inicial da pesquisa aqui proposta, sendo 63 Pesquisadores A e 4 Pesquisadores B (59 na unidade Embrapa Soja e 8 alocados em outras unidades).

A amostra participante desta população foi de 31 pesquisadores, sendo que 27 completaram o questionário até o fim. A porcentagem de respondentes corresponde a 48%, e o restante de 52% de não respondentes.

Justificativa

Esta pesquisa busca compreender a mudança de comportamento de pesquisadores da Embrapa Soja, no acesso à informação-técnica científica, utilizando as tecnologias da informação digital/eletrônica.

Considerados como importantes suportes da informação científica, as fontes de pesquisa eletrônica e os periódicos online, integram a significativa quantidade de fontes de informações digitais/ eletrônicas existentes na área agrícola e afins. Com o auxílio dessas fontes de informação, a Embrapa Soja tem se mantido como uma referência no desenvolvimento de pesquisas para o Brasil e outros países. Sendo assim, é importante conhecer o comportamento dos pesquisadores ao acesso à informação técnico-científica em suporte digital/ eletrônica.

Metodologia

Os participantes da pesquisa foram contatados via E-mail e posteriormente suas respostas foram recolhidas pelo questionário online do Google Drive. O método de pesquisa utilizado foi à pesquisa quantitativa.

[...] Pesquisa Quantitativa é descobrir quantas pessoas de uma determinada população compartilham uma característica ou um grupo de características [em comum]. Ela é especialmente projetada para gerar medidas precisas e confiáveis que permitam uma análise estatística. [...] É apropriada para medir tanto opiniões, atitudes e preferências como comportamentos. (MORESI, 2003, p. 64,).

Ou seja, sua natureza é a descrição de resultados e as interpretações das informações recolhidas.

Cavalcanti (2008, p.14) ressalta que o estudo de comportamento do usuário é realizado para obter maiores informações que dizem respeito ao usuário e aos processos de busca que envolve a informação. Por isso, estudar o comportamento do usuário é buscar a percepção de cada indivíduo no processo de busca e descobrir qual a sua necessidade, assim, criando maneiras de compreendê-lo. O autor ainda enfatiza a dificuldade constante de realizar estudos de usuários, devido às suas divergências individuais. Cada pessoa age e pensa de forma diferente, logo a motivação e atitudes de busca por informação também são diferentes. “Estudá-los torna-se um desafio para oferecer serviços que atendam as necessidades de informação sentidas por eles” (CAVALCANTI, 2008, p.14).

Na seleção de modelos de comportamento de busca dos estudos de usuário, optamos pelo modelo denominado Sense-Making, pois é centrado no processo de busca e uso da informação.

Vale notar, que a necessidade de informação surge de uma falha no conhecimento, uma inquietação na falta de compreensão de algo que se deseja compreender: uma situação.

De acordo com Choo (2003, p.99), “A busca da informação é o processo no qual o indivíduo engaja-se decididamente em busca de informações capazes de mudar seu estado de conhecimento.” Sendo assim, o processo da necessidade e busca da informação, resulta no uso da informação. Tal qual, o uso da informação é a relação que o indivíduo tem com a informação que ele seleciona e a percepção do significado daquele conteúdo que ele tem nas mãos. “O resultado do uso da informação é uma mudança no estado de conhecimento do indivíduo ou de sua capacidade de agir” (CHOO, 2003, p.103). Ou seja, o uso da informação é um processo que visa responder a uma questão/problema que se quer resolver, tomar uma decisão e/ou entender uma situação.

Nesse sentido, o comportamento dos pesquisadores da Embrapa Soja foi evidenciado com o auxílio do modelo Sense-Making.

Sendo assim, para que pudessem ser mensurados os dados coletados pelo questionário, utilizou-se como base o cálculo de porcentagem de razão centesimal. Nessa direção, utilizou-se a estatística descritiva, que permite descrever as características importantes de um conjunto de informações, ajuda a resumir esses dados, a fim de que se possam retirar conclusões. Para tanto, a média aritmética foi aplicada para saber a média das respostas registradas pelo Google Drive. “A média aritmética de um conjunto de dados é a soma de todos eles dividido pelo número deles”. (TOREZANI, 2004, p. 33).

Coleta de dados: questionário

A coleta de dados foi realizada durante o período de 16 de janeiro de 2014 a 24 de março de 2014, utilizando o questionário criado dentro da plataforma do Google Drive. O questionário foi constituído por 17 questões, sendo três de caráter descritivo, aberta, e 14 fechadas, estruturadas em tópicos de múltipla escolha.

Resultados e Considerações Finais

Nesta pesquisa foi possível confirmar a importância do modelo de estudo do comportamento de busca de informação, criado por Bren-

da Dervin, em 1983. O modelo permite compreender o uso da informação buscada pelo usuário, no caso os pesquisadores da Embrapa Soja. Os pesquisadores têm como preferência o uso de ambos os recursos informacionais, sendo elas impressas ou digital/eletrônica: 47% preferem o uso de ambas, afirmando a questão 7, que os motivos para tanto são a acessibilidade e agilidade. Foi possível diferenciar a quantidade de participantes, obtendo o resultado a partir do cálculo da quantidade de respondentes, em função do total e a porcentagem que representa. Assim, vinte e dois homens contribuíram com a pesquisa (71%) e nove mulheres (29%), no total da amostra de 31 participantes. Ademais, o uso semanal do Portal da Capes é realizado por 77% dos pesquisadores da unidade da Embrapa Soja, evidenciando que o Portal é uma ferramenta muito utilizada, um dos fatores principais para o desenvolvimento das atividades dentro da instituição. Constatou-se que 39% (Questão 5) dos pesquisadores da instituição buscam sua informação na internet. 65% (Questão 9) utilizam o Portal de Periódicos da Capes como fonte mais procurada dentro do SEB e 41% dos pesquisadores dizem usar o elemento de busca por assunto com mais frequência (Questão 12). Ainda dentro do Portal da Capes, a questão 13, destacava os periódicos mais utilizados, devido a isso os mais citados foram a Pesquisa Agropecuária Brasileira (15%), Crop Science (13%) e Field Crops Research (10%), justamente atribuindo uma ênfase ao uso da informação digital/eletrônica pelos pesquisadores. Para tanto, as questões 11, 14, 15, 16 e 17 foram direcionadas para a identificação de algum comportamento de busca e opiniões a respeito dos periódicos digital/eletrônico. O resultado foi positivo, 89% dos pesquisadores não apresentaram dificuldades com relação à busca de informação no Portal da Capes, apenas 11% (Questão 14) discordaram dessa afirmação, sendo que as principais dificuldades encontradas por estes na busca pela informação foram descritas como: redução de busca por material impresso e a descoberta de outros artigos de interesse. Ao contrário do acesso a outras fontes disponíveis no SEB, que foi perceptível que o COMUT (23%) e a BDPA (18%) são utilizados com menor frequência do que o Portal da Capes (Questão 8). Impor-

tante lembrar que dos 31 participantes, 24 optaram na questão 10 pela utilização semanal do Portal de Periódicos da Capes, outros três diariamente e quatro não utilizam, esses que encerraram o questionário quando optaram por marcar o tópico não utiliza, ou seja, o total de participantes que completou o questionário até o final foram somente 27 pesquisadores.

É importante dizer que a forma de buscar e acessar a informação, principalmente a busca de periódicos científicos, distingue-se em diferentes preferências de formatos, ao mesmo tempo em que os pesquisadores preferem materiais digital/eletrônico, também preferem os impressos. Na questão 6 (questionário) 47% são favoráveis ao uso destes dois formatos. Nota-se a primazia pela acessibilidade e agilidade que os dois formatos propiciam ao modo de ver dos participantes da pesquisa.

Percebe-se que o pesquisador obtém a resposta para a sua lacuna de informação rapidamente, pois é muito pessoal a escolha pelas maneiras de buscar uma informação. O que foi possível perceber, é que a informação mais acessível, ágil e que ocupa menos espaço, de alguma forma é prioridade da qual os periódicos dentro do Portal da Capes tem mais importância de acesso para se obter informações.

É verdade que o conhecimento só é efetivo quando a apropriação da informação acontece, quando é possível sanar as brechas que o vazio da informação causa. Assim, para que as brechas de informação sejam reparadas o uso da informação é um processo que visa responder a uma questão/problema que se quer resolver, tomar uma decisão e/ou entender uma situação.

Referências

CAVALCANTI, D. B. de F. **Usuários da informação: modelos de estudos sobre o comportamento de busca e uso da informação.** 2008. 42 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2008.

CHOO, C. W. **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões.** São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2003.

DERVIN, B. **An overview of Sense-Making research: concepts, methods and results to date.** In: International Communications Association Annual Meeting. Dallas. 1983. Disponível em: < <http://faculty.washington.edu/wpratt/MEBI598/Methods/An%20Overview%20of%20Sense-Making%20Research%201983a.htm> >. Acesso em: 18 de abr. 2014.

MORESI, E. **Metodologia da pesquisa.** Universidade Católica de Brasília – UCB. Brasília, 2003. Disponível em: < http://ftp.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/1370886616.pdf >. Acesso em: 18 de abr. 2014.

TOREZANI, W. **Apostila de estatística I.** Vila Velha. 2004. Disponível em: < http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/files.do?evento=download&urlArqPlc=4_apostila_de_estatistica_i.pdf > Acesso em: 18 de abr. 2014.

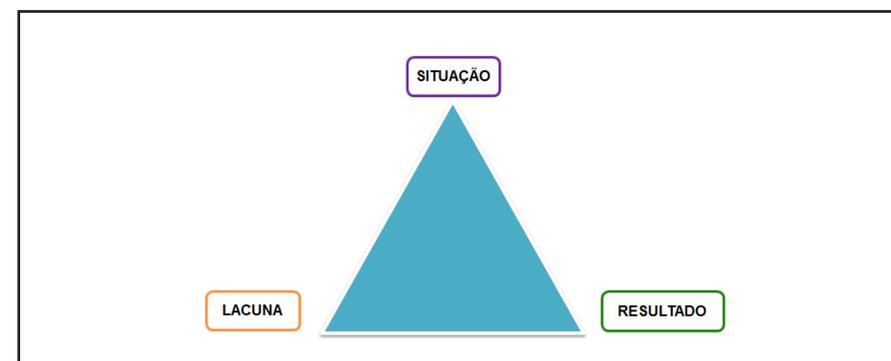


Figura 1. Teoria Sense-Making. Situação - o problema da falta de informação; Lacuna - o vazio da falta de informação; Resultado - resposta, a solução do problema. Fonte: Adaptado de Brenda Dervin (1983).

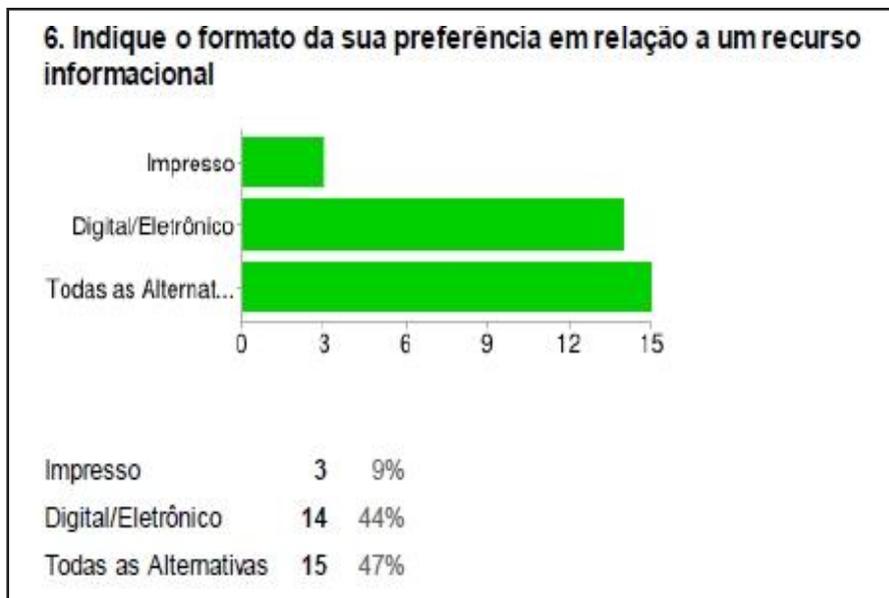


Figura 2. Questão 6

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

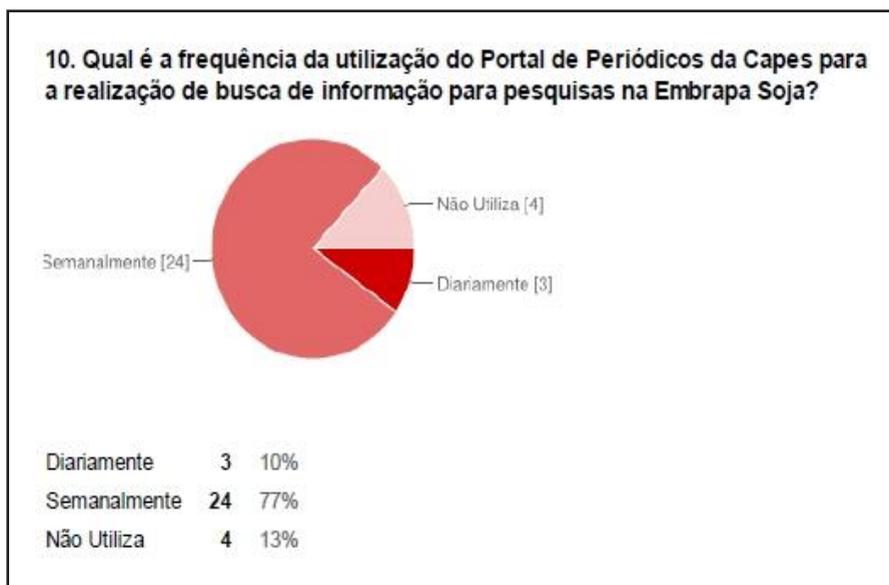


Figura 3. Questão 10

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

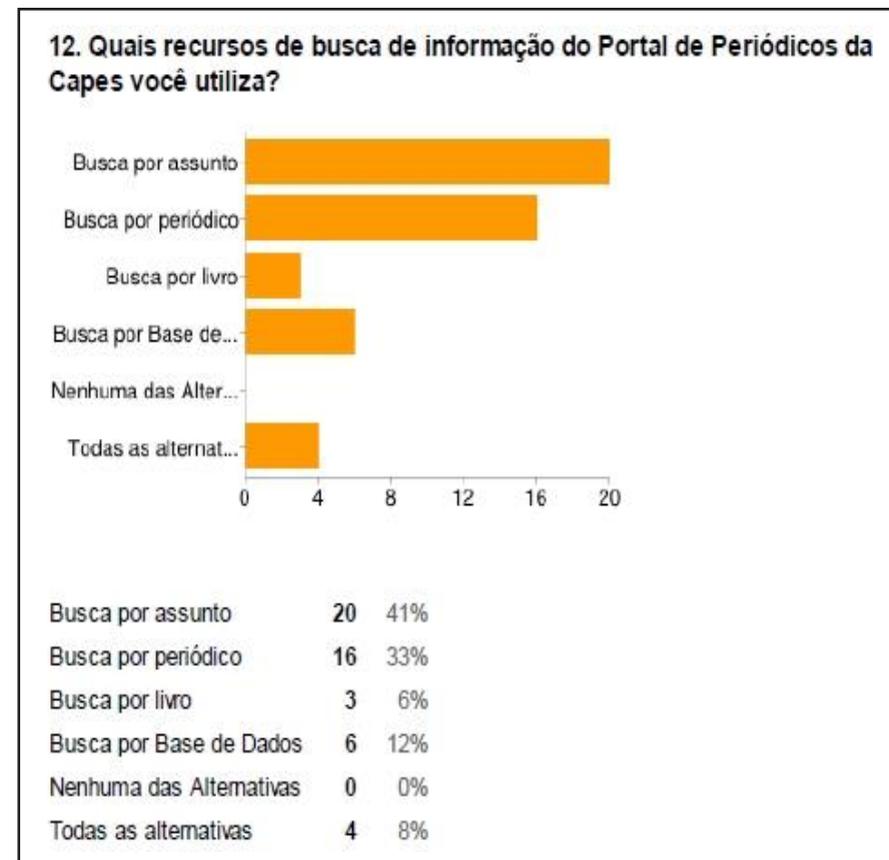


Figura 4. Questão 12

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Perdas de produtividade da soja em diferentes épocas de semeadura em Londrina/PR na safra 2012/2013

MARONEZZI, L. F. F.¹; FERREIRA, R. C.²; SIBALDELLI, R. N. R.³; MERTZ-HENNING, L. M.⁴; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.⁴; NEPOMUCENO, A. L.⁴; NEUMAIER, N.⁴; FARIAS, J. R. B.⁴ ¹Centro Universitário Filadélfia - Bolsista CNPq/PIBIC, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ²Doutorando, Bolsista CNPq/DTI, UEL/Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ³Mestrando UTFPR, Londrina, Paraná. ⁴Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, Paraná.
e-mail: leonan-94@hotmail.com

Introdução

Nas últimas três décadas, a cultura da soja foi a que apresentou o maior crescimento e atualmente representa em torno de 49% da área cultivada de grãos no país. O Brasil manteve-se como segundo maior produtor de soja no mundo, estando atrás apenas dos Estados Unidos até a safra passada (2012/2013). Porém, na safra atual (2013/2014) deverá ocupar a posição de maior produtor mundial (USDA, 2014). Na safra 2012/2013, aproximadamente 27 milhões de hectares foram ocupados pela cultura, o que proporcionou uma produção em torno de 81,5 milhões de toneladas, com uma produtividade média nacional de 2938 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

Como segundo maior produtor do país, o Estado do Paraná tem uma área cultivada de aproximadamente 4,5 milhões de hectares, com uma

produção que supera os 15 milhões de toneladas. Tradicionalmente, o Estado disponibiliza em torno de 45% da produção total para o mercado de exportação. O município de Londrina tem uma contribuição de grande importância nesses índices de produção, com uma área de pouco mais de 53 mil hectares e uma produção que supera 155 mil toneladas. Considerando-se toda a região de Londrina, a produção ultrapassa as 850 mil toneladas e a área cultivada ultrapassa os 270 mil hectares (CONAB, 2014).

A água tem um importante papel na composição das plantas, de modo que constitui aproximadamente mais de 90% do seu peso e atua em todos os processos fisiológicos e bioquímicos. Além disso, a água exerce função de solvente para gases e minerais nela presentes e, como nos animais, atua no controle e distribuição do calor (EMBRAPA SOJA, 2013).

Devido às funções exercidas pela água nas plantas, a disponibilidade hídrica é um dos principais fatores responsáveis pela variabilidade dos rendimentos das culturas, no tempo e no espaço (FARIAS et al., 2001). O déficit hídrico induzido entre os períodos de germinação-emergência e floração-enchimento de grãos pode ser o mais prejudicial em uma lavoura, acarretando queda drástica na produtividade e consequentemente na produção (EMBRAPA SOJA, 2013). Desta forma, conhecer a melhor época de semeadura com base no zoneamento climático e agrícola de cada região pode ser uma das melhores estratégias para se minimizar perdas de produtividade e produção por deficiência hídrica.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as perdas de produtividade da cultura da soja em função da disponibilidade hídrica em diferentes épocas de semeadura no município de Londrina na safra 2012/2013.

Material e Métodos

Foram utilizados os dados meteorológicos obtidos diariamente entre os meses de outubro a março, abrangendo a safra 2012/2013. As informações sobre temperatura do ar (°C), precipitação (mm) e radiação

solar (MJ m^{-2}) foram coletadas na estação meteorológica automática da Embrapa Soja, Londrina/PR, localizada a $23^{\circ}11' \text{ S}$, $51^{\circ}11' \text{ O}$ e 630 m de altitude. Os dados sobre horas de brilho solar (h dia^{-1}) foram cedidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) de Londrina/PR, obtido por meio de uma estação meteorológica convencional localizada a $23^{\circ}22' \text{ S}$, $51^{\circ}10' \text{ O}$ e 585 m de altitude.

Considerou-se neste estudo cultivares com ciclo de 120 dias, divididos em quatro subperíodos de desenvolvimento (Tabela 1). Os balanços hídricos (THORNTHWAITTE; MATHER, 1955) foram calculados por decên-dios para a cultura da soja por meio de planilhas eletrônicas propostas por Rolim et al. (1998). Tais cálculos foram realizados em diferentes datas de semeadura: 01, 11 e 21/10/12 e 01 e 11/11/12. Em função das práticas de manejo do solo empregadas na região estudada, que favorecem o desenvolvimento do sistema radicular, adotou-se como capacidade de água disponível no solo (CAD) o valor de 75mm (FARIAS et al., 2001).

Os valores de evapotranspiração de referência (ETo) foram obtidos pelo método de Thornthwaite e Mather conforme planilhas eletrônicas propostas por Rolim et al. (1998). Estes valores foram multiplicados pelos coeficientes de cultura (Kc) específicos para cada fase fenológica conforme descrito na Tabela 1, obtendo-se assim a evapotranspiração da cultura (ETc).

Para estimativa da produtividade potencial (PPf), utilizou-se o método da Zona Agroecológica (DOORENBOS; KASSAM, 1994). Assim, a PPf foi obtida por meio da equação:

$$PPf = \left(\frac{PPB_p * C_{IAF} * C_R * C_C * ND}{1 - (0,01 * U(\%))} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

sendo: PPBp a produtividade potencial bruta padrão de matéria seca em $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de uma cultura padrão com índice de área foliar (IAF) igual a 5; C_{IAF} , correção para o índice de área foliar; C_R , correção para a taxa de respiração; C_C , correção para a parte colhida; ND, umidade residual para a parte colhida.

A PPBp resulta da soma das produtividades potenciais padrão para período de céu claro (PPBc) e de céu nublado (PPBn), sendo:

$$PPBc = ((107,2 + (0,36 * Qo)) * cTc * \frac{n}{N}) e, \quad (\text{Eq. 2})$$

$$PPBn = ((31,7 + (0,219 * Qo)) * cTc * (1 - \frac{n}{N})) \quad (\text{Eq. 3})$$

onde: Qo representa a radiação solar global extraterrestre em $\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, cTc e cTn são fatores de correção para temperatura do ar para dia de céu claro e nublado; n representa a insolação diária em horas por dia e N refere-se ao número de horas de máximo brilho solar diário (PEREIRA et al., 2007).

$$C_{IAF} = (0,0093 + (0,185 * IAF_{MAX}) - (0,0175 * IAF_{MAX}^2)) \quad (\text{Eq. 4})$$

Foi utilizada a metodologia adotada por Pereira et. al (2007), também descrita por Battisti et al. (2013), para o cálculo da C_{IAF} , obtida pela equação:

Adotou-se como índice de área foliar máximo obtido para soja o valor de 4,5 (RODRIGUES et al., 2006). Conforme adotado por Battisti et al. (2013), para C_R adotou-se o valor de 0,5, para C_C o valor de 0,35, e para umidade residual o valor de 13%.

A produtividade atingível (PA) foi estimada a partir da penalização da produtividade potencial (PPf) por deficiência hídrica, conforme a equação:

$$\left(1 - \left(\frac{PA}{PPf}\right)\right) = (Ky * (1 - \frac{ETr}{ETc})) \quad \text{então: } PA = \left(1 - \left(Ky * \left(1 - \frac{ETr}{ETc}\right)\right)\right) * PPf \quad (\text{Eq. 5})$$

Os valores de Ky adotados em cada fase (DOORENBOS; KASSAM, 1994) estão descritos na Tabela 1.

A eficiência climática (EC) foi obtida pela relação entre PA e PPf (BATTISTI et al., 2013). Foram calculadas a EC para cada época de semeadura na safra estudada. O valor de produtividade observada na região (PO) foi obtido a partir das bases de dados disponibilizadas

pelo Departamento de Economia Rural do Estado do Paraná–DERAL (SEAB, 2014).

Resultados e Discussão

Para semeadura no primeiro decêndio de outubro (Figura 1A), constataram-se pequenos valores de deficiência hídrica na fase de semeadura (1,4 mm), porém havia disponibilidade hídrica no solo suficiente para germinação. O déficit seguiu por mais 20 dias no início do período vegetativo, atingindo valores de 9,5 mm. No final do período vegetativo e início da floração ocorreu o maior déficit para esta data de semeadura, atingindo valores de 31,3 mm. Mesmo com a constatação destas ocorrências, a PPf foi de 5436 kg.ha⁻¹ e a PA de 4460 kg ha⁻¹ (Figura 2), apresentando EC de 82% (Figura 3). Estes resultados podem ser explicados pela alta disponibilidade hídrica no solo mesmo diante de um pequeno déficit hídrico nas fases fenológicas citadas, pois o teor de água no solo permaneceu muito próximo da CAD. Segundo Doorembos e Kassam (1994), para que a germinação aconteça, a disponibilidade hídrica no solo deve estar entre 50 a 85% do valor da CAD, o que no presente estudo corresponderia ao intervalo entre 37,5 mm e 63,75 mm.

As semeaduras que aconteceram de 11 a 21 de outubro (Figura 1B) foram afetadas pela deficiência hídrica constatada entre o segundo decêndio de novembro até o final do primeiro decêndio de dezembro. Uma deficiência hídrica de 25,7 mm foi suficiente para afetar a produtividade das lavouras que se encontravam na fase de floração (início de R1). Segundo Doorembos e Kassam (1994), Neumaier et al. (2000) e Farias et al. (2001), a floração consiste em um dos períodos mais sensíveis à deficiência hídrica. As semeaduras realizadas no segundo decêndio de outubro apresentaram PPf de 5383 kg ha⁻¹ e PA de 4459 kg ha⁻¹ (Figura 2), com EC de 83% (Figura 3).

A cultura da soja tem uma demanda no seu consumo de água crescente conforme seu desenvolvimento, cujo ponto máximo de consumo se encontra nas fases da floração até o enchimento de grãos, em torno de 7 a 8 mm dia⁻¹, e depois decresce conforme se atinge a matura-

ção (Embrapa Soja, 2013). Isto pode explicar a queda no valor de PA demonstrada na Figura 2, em especial na primeira e segunda data de semeadura.

O cálculo da EC permitiu Battisti et al. (2013) identificarem as datas de semeadura da soja no Rio Grande do Sul com menores perdas de produtividade por déficit hídrico, concluindo que semeaduras tardias proporcionaram maiores produtividades devido ao aumento da EC. No presente estudo, para a região de Londrina/PR, as semeaduras que ocorreram em 21 de outubro, 01 de novembro e 11 de novembro (Figuras 1C, 1D e 1E) tiveram as maiores ECs (Figura 3), com valores de 89%, 92% e 93%, respectivamente. Tais resultados demonstraram uma proximidade entre os valores de PA e PPf nesta fase (Figura 2), mostrando que quanto mais cedo a deficiência hídrica ocorrer dentro do período vegetativo, maiores as possibilidades de recuperação das plantas e, conseqüentemente, menores serão as perdas de produtividade para estas datas de semeadura. Esta ocorrência pode ser explicada pelo fato da cultura da soja em fase vegetativa recuperar-se com maior facilidade dos curtos períodos de deficiência hídrica quando comparada a outras culturas, devido ao seu sistema radicular profundo (FARIAS et al., 2001).

Na safra 2012/2013, o valor médio de PO na região de Londrina/PR foi de 3055 kg.ha⁻¹ (SEAB, 2014). Este valor tende a ser menor que a PA, que é obtida pela queda relativa do rendimento potencial teórico unicamente pelo déficit relativo de evapotranspiração (1-ETr/ETc). As diferenças entre produtividades atingíveis e observadas (PA-PO) foram de 2046,38 kg ha⁻¹ (01/10), 1626,57 kg ha⁻¹ (11/10), 2108,73 kg ha⁻¹ (21/10), 2196,38 kg ha⁻¹ (01/11) e 2192,96 kg ha⁻¹ (11/11), que podem ser explicadas por outros fatores não considerados na simulação, como o manejo cultural, fertilidade e manejo do solo, bem como a ocorrência de doenças e pragas.

Conclusões

- Para a cultura da soja, o ano safra 2012/2013 foi pouco afetado pela ocorrência de deficiência hídrica;

- Pequenas deficiências hídricas na fase inicial ou final de floração foram as que mais afetaram a produtividade da cultura da soja;
- Lavouras atingidas por deficiência hídrica na fase de crescimento vegetativo conseguiram se recuperar, não afetando consideravelmente sua produtividade;
- Semeaduras tardias, a partir de primeiro de novembro, apresentaram melhor eficiência climática, o que indica menores perdas por deficiência hídrica;
- A partir deste trabalho sugerem-se novos estudos que indiquem épocas de melhores eficiências climáticas para o cultivo da soja na região de Londrina/PR.

Referências

BATTISTI, B.; SENTELHAS, P.C.; PILAU, F.G.; WOLLMANN, C.A. Eficiência climática para as culturas da soja e do trigo no estado do Rio Grande do Sul em diferentes datas de semeadura. **Ciência Rural**, v.43, p.390-396, 2013.

CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 23 abr. de 2014.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB/FAO, 1994. 306p.

FARIAS, J.R.B.; ASSAD, E.D.; ALMEIDA, I.R.; EVANGELISTA, B.A.; LAZZAROTTO, 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, p.415-421, 2001.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. In: BONATTO, E.R. (Org.). **Estresse em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p.19-44.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, C.P. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: ESALQ, 2007. 192p.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M.C.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; SÓRIO, I. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento da área foliar em soja (*Glycine max L.*)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 27p.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.133-137, 1998.

SEAB Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=73>>. Acesso em: 23 abr. 2014.
THORNTON, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Center-ton: Drexel Institute of Technology, Publications in Climatology, 1955. 104p.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

UNITED STATES. Department of Agriculture. **Oil crops outlook**. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/ocs-oil-crops-outlook/ocs-14d.aspx#.U1mAWPIIdVVA>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

Tabela 1. Duração dos estádios fenológicos da cultura da soja e seus coeficientes de cultura (Kc) e coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico (Ky).

| Ciclo | S-V2 | V2-R1 | R1-R5/R6 | R6/R8 |
|-------|------|-------|----------|-------|
| 120 | 10 | 40 | 40 | 30 |
| Kc | 0,5 | 1,21 | 1,50 | 0,90 |
| Ky | 1 | 0,2 | 0,8 | 1 |

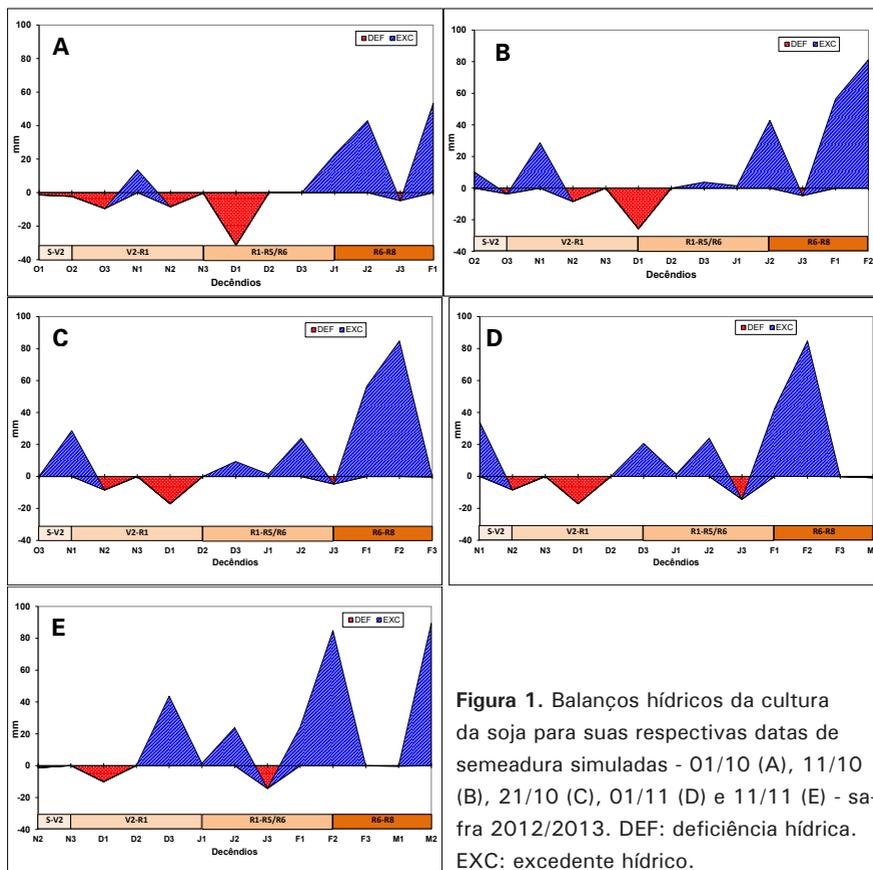


Figura 1. Balanços hídricos da cultura da soja para suas respectivas datas de semeadura simuladas - 01/10 (A), 11/10 (B), 21/10 (C), 01/11 (D) e 11/11 (E) - safra 2012/2013. DEF: deficiência hídrica. EXC: excedente hídrico.

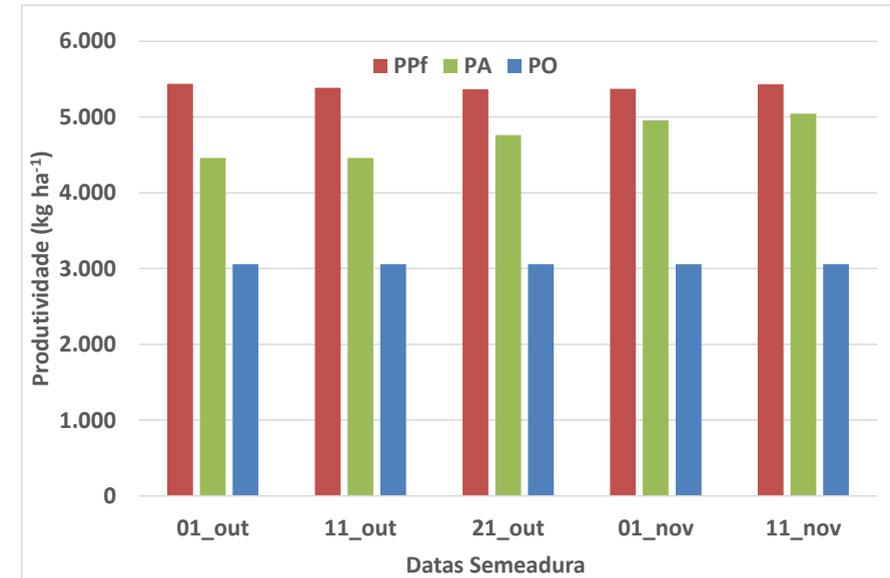


Figura 2. Produtividade (kg ha⁻¹) potencial máxima teórica (PPf), produtividade atingível (PA) e produtividade observada (PO) em diferentes datas de semeadura. Safra 2012/2013.

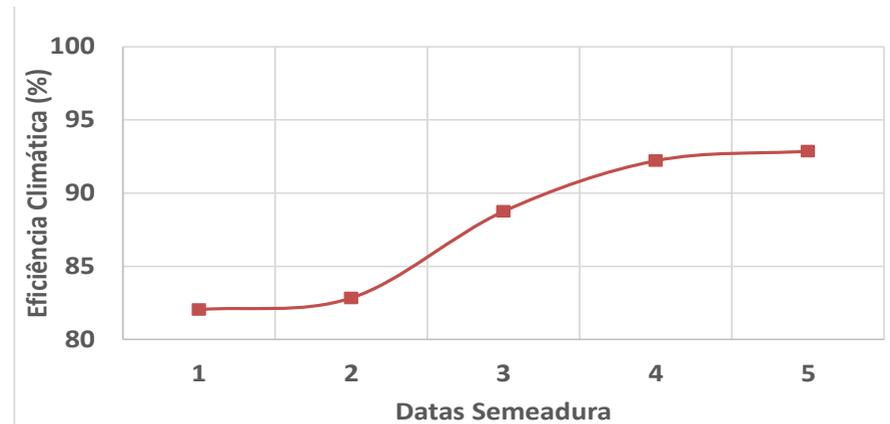


Figura 3. Eficiência climática (EC, %) em diferentes datas de semeadura. Safra 2012/2013.

Adubação nitrogenada, espaçamento e população de plantas sobre o estado nutricional e componentes fisiológicos da soja

CAVALLARI, L.S.¹, PEREIRA, L.E.², MOREIRA, A.³ E MORAES, L.A.C.³ | ¹Estudante do curso de Agronomia da UNOPAR; ²Estudante de curso de Agronomia da UNIFIL; ³Pesquisadores da Embrapa Soja

Introdução

O uso de populações acima da atualmente indicada, além de acarretar aumento nos gastos com sementes, pode levar ao acamamento de plantas e não proporcionar acréscimo no rendimento de grãos. Já a adoção de populações abaixo da indicada favorece o desenvolvimento de plantas daninhas e pode resultar em elevadas perdas no momento da colheita. Marchiori *et al.* (1999) constataram que, quanto maior a população de plantas de soja de crescimento determinado na linha, maior a altura final das plantas, menor o diâmetro da haste principal e menor o número de ramificações por planta. Um dos objetivos da modificação no espaçamento de plantas, pela diminuição da distância entre as linhas, é encurtar o tempo para a cultura interceptar 95% da radiação solar incidente, e com isso, incrementar a quantidade de luz captada por unidade de área e de tempo. A redução do espaçamento

entre linhas, em uma mesma população de plantas, distribui melhor as plantas na área. Parte das plantas que se encontram na linha quando se utiliza o espaçamento de 40 cm são dispostas na entrelinha quando se opta pelo espaçamento de 20 cm, pois o espaçamento de 20 cm permite o dobro de linhas na área. Dessa forma, reduz-se a competição intraespecífica, pela maior aproximação da equidistância entre as plantas dentro da mesma linha e com as plantas de outras linhas.

Atualmente, as recomendações oscilam de 20 a 40 kg ha⁻¹ de N, doses estas que podem, em determinadas condições, ser consideradas prejudiciais ao estabelecimento dos primeiros nódulos e à fixação inicial do N₂ pelas plantas. Mendes *et al.* (2008) verificaram que a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N prejudicou a produtividade da soja de ciclo determinado cultivada com 17 sementes por metro linear, com espaçamento entre linhas de 45 cm. Os efeitos acima mencionados poderão ser diferentes de acordo com a forma e fontes de N aplicado, como verificado por Cartwright (1967), no qual constatou efeito depressivo do nitrato na nodulação. Ruschel *et al.* (1974) relataram que a atividade da enzima nitrogenase nos nódulos das plantas de soja que receberam nitrato de amônio e ureia foi semelhante ao tratamento com inoculação, não influenciando na produção.

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da adubação nitrogenada, população de plantas e densidade de plantio sobre os componentes fisiológicos e estado nutricional da soja cultivada em Latossolo Vermelho Escuro eutrófico.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em dois anos agrícolas no campo experimental da Embrapa Soja, localizado no município de Londrina (23°23'30"S e 51°11'05"W), em Latossolo Vermelho Escuro eutrófico (LVef) com os seguintes atributos químicos: pH (CaCl₂) = 4,9, matéria orgânica (MO) = 31,3 g kg⁻¹, P (Mehlich 1) = 37,4 mg kg⁻¹, K = 0,7 cmol_c dm⁻³, Ca = 5,1 cmol_c dm⁻³, Mg = 1,9 cmol_c dm⁻³, S = 79,1 mg kg⁻¹, Al = 0,1 cmol_c dm⁻³, H+Al = 3,8 cmol_c dm⁻³, capacidade de

troca de cátions (CTC) = 11,5 cmol_c dm⁻³, saturação por bases (V) = 67%, B = 0,6 mg dm⁻³, Cu = 18,3 mg dm⁻³, Fe = 101,6 mg dm⁻³, Mn = 173,8 mg dm⁻³, Zn = 7,9 mg dm⁻³ e argila = 710 g kg⁻¹.

O delineamento experimental foi o de blocos confundidos 3³ com uma repetição. Os tratamentos consistiram de três doses de N [(0, 20 e 40 kg ha⁻¹ – fonte: ureia (44% de N)], três quantidades de plantas por hectare (222222, 333333 e 666666 plantas ha⁻¹) e três espaçamentos entre linhas (30, 40 e 50 cm) em parcelas de 4,0 x 8,0 m. A cultivar de soja utilizada foi a BMX Turbo, super precoce, de porte médio, tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturação 5,8. Exceto o N, os micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn) foram aplicados na forma de sais misturados com gesso agrícola (CaSO₄). As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium elkanii* e tratadas com solução contendo Mo, Co e Ni (TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SOJA, 2011).

O preparo da área foi em sistema convencional e antes do plantio foi feita adubação a lanço em função da quantidade exportada para obtenção de uma produtividade estimada de 5400 kg ha⁻¹ (90 sacas ha⁻¹), o que equivale a 108 kg ha⁻¹ de K₂O, 54 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 30 kg ha⁻¹ de S, 2,0 kg ha⁻¹ de B, 2,5 kg ha⁻¹ de Cu, 4,0 kg ha⁻¹ de Mn e 5,0 kg ha⁻¹ de Zn. Após aplicação de N foi feita irrigação da área para incorporação da uréia ao solo. No estádio R₅ foi determinada a unidade SPAD dos 3^o e 4^o trifólios totalmente expandidos a contar do ápice de 20 plantas por parcela, nos quais foram posteriormente coletadas para realização das análises foliares. Os dados foram convertidos em teor de clorofila (mg m⁻²).

Após a coleta, as folhas foram secas em ventilação forçada em estufa a ± 65°C até peso constante e passadas em moinho com peneira de 0,4 mm. O N total foi extraído por digestão sulfúrica e os teores de P, K, Ca, Mg, S, Na, B, Cu, Fe, Mn e Zn total foram extraídos por digestão em solução nítrico-perclórica. No período da manhã – estádio R₅, foi determinada a taxa fotossintética (mmol CO₂ m⁻² s⁻¹), condutância estomática (mol H₂O M⁻² s⁻¹), concentração de gás carbônico - CO₂ (mmol CO₂ mol⁻¹) e taxa respiratória (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) com medidor de

fotossíntese e fluorescência LI-6400XT (LICOR®). Neste estágio vegetativo também foi passado nas parcelas o Greenseeker para leitura de NDVI a fim de determinar a intensidade verde em função dos tratamentos aplicados.

De acordo com o delineamento proposto, foi realizado o teste de normalidade para as variáveis analisadas e, posteriormente foram submetidos à análise de variância (ANOVA - teste F) e teste de comparação de médias a 5% de probabilidade pelo teste Tukey (PIMENTEL GOMES, 2009). As análises de regressão e correlação ($p \leq 0,05$) foram usadas para estudar as relações entre as variáveis obtidas em cada tratamento.

Resultados e Discussão

Os efeitos dos tratamentos sobre os componentes fisiológicos e NDVI nas plantas são apresentados na Tabela 1. Houve aumento significativo da condutância estomática, concentração interna de CO₂ (Ci), taxa transpiratória e teor de clorofila com a maior densidade de plantas e também redução da concentração interna de CO₂ com incremento das doses de N e espaçamento entre linhas, enquanto a taxa fotossintética e o NDVI não foram influenciados pelos tratamentos, independentemente da variável analisada, demonstrando que apesar do incremento da concentração interna de CO₂, as plantas não conseguiram metabolizá-lo proporcionalmente no processo de fotossíntese. O incremento da concentração interna de CO₂ com o aumento da condutância estomática no tratamento densidade (Tabela 1) parecem indicar que a ausência de efeito da taxa fotossintética líquida foi **devida a um possível estresse hídrico** na fotossíntese, em decorrência de um maior número de plantas por área, visto que um alto valor de Ci associado à condutância estomática indicaria um aumento na eficiência de carboxilação pelas plantas.

Não foram verificadas interações significativas entre as doses de N, densidade e população de plantas sobre os teores foliares (Tabelas 2 e 3). Apenas os teores foliares de Ca e S aumentaram significativamente ($p \leq 0,05$) com o incremento das doses de N, enquanto o aumento da

densidade de plantas acarretou em redução apenas nos teores foliares de N, P e Cu. Exceto o Mn, o espaçamento entre plantas não alterou significativamente ($p > 0,05$) os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Na e Zn nas plantas de soja (Tabelas 2 e 3), estando os teores próximos dos valores indicados como adequados (TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SOJA, 2011). Tais resultados demonstraram que, no geral, a elevada fertilidade inicial do solo verificada e a adubação de plantio feita com base na produtividade máxima estimada com a inoculação das sementes com *Bradyrhizobium* foram suficientes para suprir de forma adequada as exigências nutricionais das plantas em todo o ciclo vegetativo.

Conclusões

- A taxa fotossintética não foi influenciada pelas doses de N, espaçamento e população de plantas;
- As doses de N não alteram os teores de N na planta indicando que a inoculação foi suficiente para suprir o estado nutricional das plantas.

Referências

CARTWRIGHT, P.M. The effect of combined nitrogen on the growth and nodulation of excised roots of *Phaseolus vulgaris* L. **Annals of Botany**, v.31, p.309-322, 1967.

MARCHIORI, L.F.S.; CÂMARA, G.M.S.; PEREIRA, C.P.; MARTINS, M.C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill em épocas normal e safrinha. **Scientia Agricola**, v.56, , p.383-390, 1999.

MENDES I.C.; REIS JUNIOR, F.B., HUNGRIA, M.; SOUSA, D.M.G.; CAMPO, R.J. Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1053-1060, 2008.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 350p.

RUSCHEL, A.P.; RUSCHEL, R.; ALMEIDA, D.L.; SUHET, A.R. Influência do nitrogênio mineral e orgânico na fixação simbiótica do nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.9, p.125-129, 1974.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA - Região Central do Brasil 2011. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 255p.

Tabela 1. Teste F da análise de variância da fotossíntese, condutância estomática, concentração de CO₂, taxa respiratória, clorofila e NDVI em função da adubação nitrogenada, espaçamento e densidade de plantio da soja.

| | Fotossíntese | Condutância estomática | Concentração de CO ₂ | Taxa respiratória | Clorofila | NDVI |
|----------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Nitrogênio (a) | 0,765 ^{NS} | 0,810 ^{NS} | 12,016* | 0,053 ^{NS} | 3,166 ^{NS} | 1,015 ^{NS} |
| Espaç. (b) | 0,270 ^{NS} | 0,891 ^{NS} | 49,990* ↓ | 35,897* | 2,635 ^{NS} | 0,134 ^{NS} |
| Dens. (c) | 0,563 ^{NS} | 11,284* ↓ | 29,360* ↑ | 12,912* ↑ | 12,602* ↑ | 2,010 ^{NS} |
| a×b | 0,790 ^{NS} | 1,190 ^{NS} | 3,282 ^{NS} | 0,947 ^{NS} | 0,087 ^{NS} | 1,350 ^{NS} |
| a×c | 0,415 ^{NS} | 0,985 ^{NS} | 5,332* ↓ | 1,960 ^{NS} | 0,987 ^{NS} | 3,349 ^{NS} |
| b×c | 0,459 ^{NS} | 1,533 ^{NS} | 4,086 ^{NS} | 1,703 ^{NS} | 0,500 ^{NS} | 0,420 ^{NS} |
| | μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹ | mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹ | μmol CO ₂ mol ⁻¹ | μmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹ | mg m ⁻² | NDVI |
| Média | 14,117 | 0,348 | 267,025 | 4,153 | 297,758 | 0,824 |
| CV% | 14,54 | 24,14 | 8,93 | 23,55 | 3,21 | 4,88 |

* Significativo a 5%, ^{NS} não significativo. As setas indicam a tendência dos valores quando significativo em função dos tratamentos.

Tabela 2. Teste F da análise de variância dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S em função da adubação nitrogenada, espaçamento e densidade de plantio da soja.

| | N | P | K | Ca | Mg | S |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Nitrogênio (a) | 1,274 ^{NS} | 1,058 ^{NS} | 0,831 ^{NS} | 6,732* ↑ | 0,081 ^{NS} | 4,712* ↑ |
| Espaç. (b) | 1,164 ^{NS} | 3,653 ^{NS} | 1,116 ^{NS} | 3,351 ^{NS} | 1,529 ^{NS} | 0,160 ^{NS} |
| Dens. (c) | 5,619* ↓ | 6,136* ↓ | 2,765 ^{NS} | 3,666 ^{NS} | 0,140 ^{NS} | 24,714* ↑ |
| a×b | 1,996 ^{NS} | 0,539 ^{NS} | 0,109 ^{NS} | 0,363 ^{NS} | 0,439 ^{NS} | 1,207 ^{NS} |
| a×c | 2,161 ^{NS} | 3,622 ^{NS} | 0,412 ^{NS} | 1,404 ^{NS} | 0,301 ^{NS} | 0,767 ^{NS} |
| b×c | 1,561 ^{NS} | 1,749 ^{NS} | 1,244 ^{NS} | 1,988 ^{NS} | 0,163 ^{NS} | 0,392 ^{NS} |
| | g kg ⁻¹ | | | | | |
| Média | 55,15 | 3,87 | 19,74 | 13,97 | 4,15 | 4,01 |
| CV% | 4,7 | 12,1 | 8,3 | 7,3 | 5,9 | 18,1 |

* Significativo a 5%, ^{NS} não significativo. As setas indicam a tendência dos valores quando significativo em função dos tratamentos.

Tabela 3. Teste F da análise de variância dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na em função da adubação nitrogenada, espaçamento e densidade de plantio da soja.

| | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Na |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Nitrogênio (a) | 0,324 ^{NS} | 0,142 ^{NS} | 0,515 ^{NS} | 0,214 ^{NS} | 4,699 ^{NS} | 4,364 ^{NS} |
| Espaço. (b) | 0,931 ^{NS} | 2,814 ^{NS} | 1,960 ^{NS} | 6,057* ↓ | 0,803 ^{NS} | 2,037 ^{NS} |
| Dens. (c) | 2,260 ^{NS} | 16,832* ↓ | 2,122 ^{NS} | 1,547 ^{NS} | 1,133 ^{NS} | 0,260 ^{NS} |
| a×b | 0,987 ^{NS} | 0,076 ^{NS} | 0,561 ^{NS} | 0,163 ^{NS} | 0,661 ^{NS} | 3,011 ^{NS} |
| a×c | 0,501 ^{NS} | 0,701 ^{NS} | 0,152 ^{NS} | 1,310 ^{NS} | 1,364 ^{NS} | 1,706 ^{NS} |
| b×c | 2,401 ^{NS} | 1,386 ^{NS} | 0,813 ^{NS} | 2,486 ^{NS} | 1,256 ^{NS} | 0,959 ^{NS} |
| | mg kg ⁻¹ | | | | | |
| Média | 35,61 | 8,84 | 154,44 | 189,53 | 69,38 | 34,54 |
| CV% | 7,4 | 11,9 | 11,0 | 25,5 | 7,4 | 12,5 |

*Significativo a 5%, ^{NS}não significativo. As setas indicam a tendência dos valores quando significativo em função dos tratamentos.

Efeito do glifosato na absorção de zinco pela soja

PEREIRA L.E.²; CAVALLARI, L.S.¹; MOREIRA, A.³; MORAES, L.A.C.³ | ¹Unifil, Londrina, Paraná; ²UNOPAR, Londrina, Paraná; ³Embrapa Soja, Londrina, PR

Introdução

O glifosato [(N-fosfometil-glicina)] é o herbicida mais utilizado no mundo. É considerado um produto não-seletivo, de ação sistêmica e que deve ser aplicado em pós-emergência, sendo recomendado tanto para o controle de plantas anuais quanto para as perenes. Porém, se não for bem utilizado, pode apresentar riscos, com consequências negativas no controle de plantas daninhas e na produção. O mecanismo de ação do glifosato ocorre com a inibição da rota do ácido chiquímico, evitando a síntese dos aminoácidos de cadeia aromática (entre elas, o triptofano, tirosina e fenilalanina). Essa inibição ocorre pela inativação da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato sintase. No caso do triptofano, onde o Zn atua, o mesmo é precursor do ácido indolilacético (AIA), hormônio vegetal necessário para expansão celular, manutenção da dominância apical, entre outros processos fisiológicos (MARSCHNER, 1995).

Na planta, o Zn é absorvido preferencialmente como cátion bivalente, atuando como constituinte ou ativador de várias enzimas. Assim, o Zn

está diretamente envolvido no metabolismo do nitrogênio (N), participa da fotossíntese, da respiração, da síntese de aminoácidos e proteínas e no controle hormonal (AIA). A carência causa diminuição do florescimento e frutificação, além da formação de internódios curtos e baixo desenvolvimento do sistema radicular (MARSCHNER, 1995).

No solo, a molécula do glifosato pode ser degradada por meio da atividade biológica ou ainda ser adsorvida à fração coloidal (BARRETT & MCBRIDE, 2005). Em geral, quanto menor a solubilidade em água de uma molécula, maior é a capacidade de sorção desta no solo, porém, o glifosato é exceção, pois a molécula do composto é altamente solúvel e extremamente sorvida, fator esse ocasionado pelas ligações químicas fracas como forças de van der Waals e pontes de hidrogênio (H) com as substâncias húmicas do solo e outros colóides.

No caso da dinâmica do glifosato na rizosfera, local onde ocorrem as trocas iônicas, Römheld (2007) relata que deve se considerar a imobilização desse herbicida por cátions, como o Al^{3+} , Ca^{2+} e Zn^{2+} e a competição por sítios de adsorção, havendo variação na atuação do glifosato em razão do tipo de solo. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da aplicação de glifosato na absorção de zinco pela raiz.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação em caixas tipo “Tetra Pak”, revestidas externamente com papel alumínio (Al), contendo 1,2 kg do Neossolo Quartzarênico órtico. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, com seis repetições. Os tratamentos consistiram de duas doses de Zn (0 e 5 mg kg^{-1} - fonte: $ZnSO_4 \times 7H_2O$) e duas cultivares parentais (BRS 133 e BRS 245RR), sendo que a última foi também dividida em dois tratamentos: com e sem glifosato (Roundup Ready®).

A correção da acidez do solo foi feita com calcário dolomítico (MgO > 12%) para elevar a saturação por bases (V) a 60%. Três sementes inoculadas com *Bradyrhizobium elkanii* foram colocadas para germinar

próximo à parede das caixas e, após desbaste, deixada uma planta/caixa. As caixas foram colocadas inclinadas, formando um ângulo de, aproximadamente, 30° para que, por gravitropismo, as raízes crescessem próximas às paredes da caixa.

No estádio V_3 foi aplicado o glifosato - Roundup® (2,0 L/ha/aplicação - 720 g a.e.ha⁻¹). Na aplicação dos tratamentos via foliar, foi utilizado pulverizador costal, à pressão constante (276 kPa), mantida por CO_2 comprimido, com bicos de jato plano AVI-ISO 110-015, e volume de pulverização equivalente a 100 L ha⁻¹. No estádio V_5 (± 10 dias após a aplicação), as caixas foram abertas lateralmente para avaliação do sistema radicular e aplicado na superfície um meio agar-indicador de pH para delinear a área de influência da rizosfera.

Amostras de solo sem interferência da atividade radicular e as localizadas na camada de 0,0 a 3,0 mm das superfícies das raízes (rizosfera) foram retiradas para determinação do pH(H_2O) - 1:2,5 (m/v) e H^+ trocável. Devido ao pequeno volume de solo da rizosfera, após a secagem, as amostras das mesmas foram reunidas em pares ao acaso dentro de cada tratamento, formando três repetições. Nas duas posições de amostragem foi determinado o teor de Zn disponível (extrator DTPA-TEA). A parte aérea e as raízes foram coletadas, secas até peso constante e pesadas. Após a secagem, as amostras foram moídas e submetidas às análises químicas para determinação do Zn total.

Resultados e Discussão

A aplicação de glifosato nos tratamentos com aplicação de 5,0 mg kg^{-1} de Zn na cultivar transgênica BRS 245RR ocasionou redução média não significativa ($p > 0,05$) no estádio V_5 , de 4%, 5% e 9% na produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), das raízes e total, respectivamente, enquanto que, a cultivar convencional BRS 133, apresentou a menor produção de MSPA e MS total (Figura 1). Esse resultado possivelmente se deva aos processos de complexação e imobilização de íons na rizosfera descritos por Römheld (2007), dificultando a absorção de nutrientes, o que pode ser verificado na Figura 2, no tratamento com

glifosato, no qual houve maior acúmulo de Zn^{2+} (Figura 2), enquanto o H^+ trocável (Figura 3) permaneceu constante dentro dessa região de interface solo-raiz onde ocorrem as trocas iônicas que atuam nos processos ativos de absorção. Esse resultado também foi observado no tratamento sem Zn (dados não apresentados).

A concentração de Zn nas raízes (Figura 4) demonstra que a absorção de Zn foi negativamente influenciada pelo glifosato, fato este que não ocorreu nas folhas, apesar dos teores de Zn, encontrados nos tratamentos BRS 133 e BRS 245 RR com glifosato, terem ficado abaixo de 20 mg kg^{-1} (teor adequado no estágio R_1), indicado como suficiente para o cultivo da soja. Esses resultados corroboram os de Zobiole et al. (2010) que verificaram que a aplicação de glifosato diminui a absorção de Zn na soja.

Conclusão

Aplicação de glifosato no estágio V_3 ocasiona diminuindo a absorção de Zn pelas raízes da soja.

Referências

BARRETT, K.A; MCBRIDE, M.B. Oxidative Degradation of Glyphosate and Aminomethylphosphonate by Manganese Oxide. **Environmental Science & Technology**, v.39, n.39, p.923-928, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

RÖMHELD, V. Dinâmica do glifosato na rizosfera das plantas-alvo e não alvo. **Informações Agrônomicas**, n.119, p.3-5, 2007.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; HUBER, D.M.; CONSTANTIN, J.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant Soil**, v.328, p.57-69, 2010.

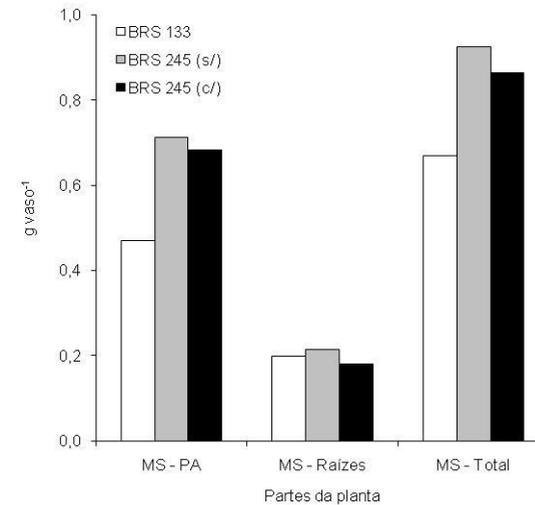


Figura 1. Produção de matéria seca da parte área, das raízes e total em função da aplicação ou não de glifosato aplicado no estágio V_3 . Cultivar convencional (BRS 133) e transgênica (BRS 245RR). Letras minúsculas dentro de cada parte da planta avaliada diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

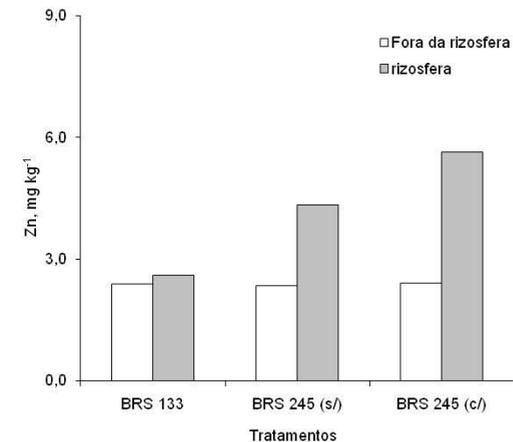


Figura 2. Concentração de Zn disponível fora e dentro da rizosfera (2,0 a 3,0 mm) em função da aplicação (estádio V_3) ou não de glifosato. Cultivar convencional (BRS 133) e transgênica (BRS 245RR). Médias seguidas por letras distintas, minúsculas (fora) e maiúsculas (na rizosfera), diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

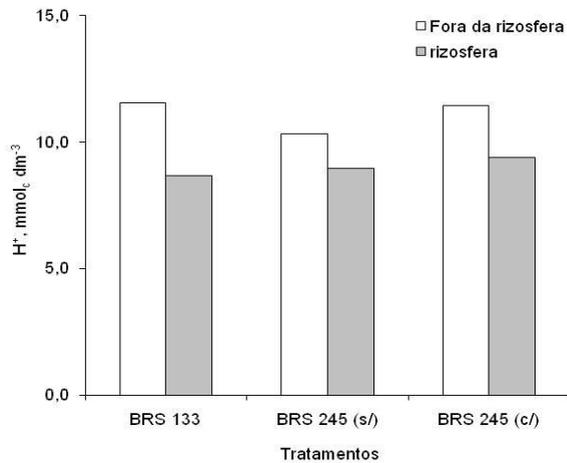


Figura 3. Concentração de H trocável fora e dentro da rizosfera (2,0 a 3,0 mm) em função da aplicação (estádio V₃) ou não de glifosato. Cultivar convencional (BRS 133) e transgênica (BRS 245RR). Médias seguidas por letras distintas, minúsculas (fora) e maiúsculas (na rizosfera), diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

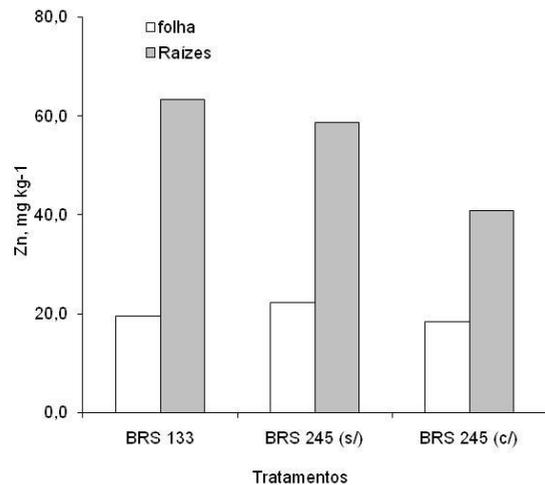


Figura 4. Concentração de Zn na folha e nas raízes em função da aplicação (estádio V₃) ou não de glifosato. Cultivar convencional (BRS 133) e transgênica (BRS 245RR). Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na folha e maiúsculas nas raízes, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol cultivados nas condições de segunda safra brasileira

SILVA, M. F. DA¹; GRUNVALD, A. K.²; CARVALHO, C. G. P.³; GODINHO, V. DE P. C.⁴; AMABILE, R. F.⁵; OLIVEIRA, A. C. B. DE⁶; CARVALHO, H. W. L. DE⁷; RIBEIRO, J. L.⁸ | ¹ Graduando de Nutrição – Unifil; ² Bolsista Pós-doutorado - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq; ³ Embrapa Soja; ⁴ Embrapa Rondônia; ⁵ Embrapa Cerrados; ⁶ Embrapa Clima Temperado; ⁷ Embrapa Tabuleiros Costeiros; ⁸ Embrapa Meio-Norte

Introdução

Na região Central do Brasil é comum a realização de uma segunda safra de verão em fevereiro/março, de modo que o cultivo principal é estabelecido de outubro a início de novembro, com colheita em fevereiro. O girassol é uma das culturas favoráveis para essa segunda safra, em razão da ocorrência de condições pluviométricas e de temperatura adequadas para o seu cultivo (PORTO et al., 2008).

O sucesso do estabelecimento da cultura do girassol no sistema produtivo brasileiro está associado, entre outros fatores, à escolha de cultivares adequadas às diferentes condições de cultivo. Quando há resposta diferenciada dos genótipos a essas regiões (interação genóti-

pos x ambientes), o processo seletivo é dificultado. A influência dessa interação pode ser reduzida através de estudos de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, favorecendo a identificação de genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas (ambientes favoráveis ou desfavoráveis) ou amplas (CRUZ & REGAZZI, 2001).

No Brasil, a avaliação e a seleção de genótipos de girassol de diferentes empresas são realizadas por meio da Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa Soja e conduzida por diversas instituições públicas e privadas. Estudos de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos avaliados nesta rede, quanto ao rendimento de grãos, tem sido realizados por Grunvald et al. (2008), Porto et al. (2008), Grunvald et al. (2009) e Porto et al. (2009). Estes estudos são relevantes, pois as cultivares utilizadas, em sua maioria, foram desenvolvidas em outros países (principalmente, Argentina), com características diferentes de solo e de clima.

O objetivo deste trabalho foi estudar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de girassol, quanto ao rendimento de grãos, cultivados nas condições de segunda safra brasileira.

Material e métodos

Foram avaliados rendimentos de grãos de genótipos de girassol, obtidos em Ensaios Finais de Primeiro Ano e em Ensaios Finais de Segundo Ano. Os Ensaios Finais de Primeiro Ano foram conduzidos, na safrinha 2012, em Nova Porteirinha (MG), Vilhena - Ensaio A, Vilhena - Ensaio B, Vilhena - Ensaio D (RO) e Planaltina (DF). Os Ensaios Finais de Segundo Ano foram conduzidos, na safrinha 2013, em Manduri (SP), Juiz de Fora, Jaíba e Muzambinho (MG), Chapadão do Sul (MS), Canarana (MT), Vilhena - Ensaio A, Vilhena - Ensaio B, Vilhena - Ensaio D (RO) e Planaltina (DF).

Os ensaios foram semeados entre os meses de fevereiro e março, em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com

quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 6 m de comprimento, espaçadas por 0,7 a 0,9 m. As duas linhas externas de cada parcela foram descartadas como bordaduras, obtendo-se uma área útil na parcela de 7 a 9 m². Foram realizados tratos culturais como adubação e capina para possibilitar o melhor desenvolvimento das plantas.

Foram avaliados 11 híbridos simples e duas variedades (população de polinização aberta) durante dois anos, nas safrinhas 2012 (Ensaios Finais de Primeiro Ano) e 2013 (Ensaios Finais de Segundo Ano). Os híbridos M 734 e HELIO 358 foram considerados testemunhas (T) dos híbridos e a Embrapa 122, das variedades.

Foram realizadas análises de variância para rendimentos de grãos, avaliados em cada local e ano. Como nem sempre os locais de teste nos Ensaios Finais de Primeiro Ano foram os mesmos dos Ensaios Finais de Segundo Ano, foi realizada análise conjunta de ambientes (local e ano específicos).

O desempenho produtivo dos genótipos foi avaliado por meio do estudo de adaptabilidade e estabilidade por meio do método de Eberhart & Russel (1966). Esse método leva em consideração, na avaliação dos genótipos, o rendimento médio de cada genótipo (RMG), o seu coeficiente de regressão (β_{1i}) e a variância dos desvios dessa regressão (σ_{di}^2). Seus respectivos estimadores são dados por:

$$\hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}, \text{ em que } I_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{g} - \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{ag} \quad (\text{índice ambiental}) \quad (1)$$

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \frac{\left[\sum_j Y_{ij}^2 - \left(\sum_j Y_{ij} \right)^2 / a \right] - \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2}{a - 2} \quad (2)$$

Por este método, os híbridos com coeficiente de regressão igual à unidade ($\beta_{1i} = 1$) possuem adaptabilidade geral ou ampla; os híbridos com $\beta_{1i} > 1$ mostram adaptabilidade específica para ambientes favoráveis e os híbridos com $\beta_{1i} < 1$, adaptabilidade específica para

ambientes desfavoráveis. Híbridos com estabilidade alta são aqueles com desvios da regressão igual a zero ($\sigma_{di}^2 = 0$) e os de baixa estabilidade com $\sigma_{di}^2 > 0$. Assim, um híbrido ideal é aquele que apresenta alto rendimento médio do genótipo (RMG), $\beta_{1i} > 1$ e $\sigma_{di}^2 = 0$. A classificação dos ambientes favoráveis (índice ambiental > 0) ou desfavoráveis (índice ambiental < 0) é realizada por meio do índice ambiental, que é a diferença entre a média dos genótipos avaliados em dado ambiente e a média geral dos experimentos. A superioridade dos genótipos em rendimento de grãos foi verificada pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

As análises de variância e o estudo de adaptabilidade e estabilidade foram realizados por meio do programa Genes (CRUZ, 2006).

Resultados e discussão

Na análise de variância conjunta para rendimentos de grãos, diferenças significativas entre os genótipos e para a interação genótipo x ambiente foram observadas pelo teste F (Tabela 1). Isto indica que os genótipos apresentaram desempenhos diferenciados diante das variações ambientais, demonstrando a importância de estudos do caráter em ambientes específicos. O coeficiente de variação (C.V.) para rendimento de grãos foi de 12,9%. Esses valores foram classificados como médios, de acordo com Pimentel-Gomes (1985) e Carvalho et al. (2003) e indicam que a precisão experimental foi satisfatória.

Para Eberhart & Russell (1966), o genótipo ideal é aquele que apresenta bom rendimento, adaptabilidade geral e estável. Neste estudo, nenhum híbrido foi considerado ideal. Os híbridos BRS G37, BRS G39, BRS G40, M 734 (T), BRS G36, BRS G34, HLE 23, Helio 358 (T) tiveram os maiores rendimentos de grãos (Tabela 2). Além de bons rendimentos, os híbridos BRS G37, BRS G39, BRS G40, BRS G34, Helio 358 (T) mostraram adaptabilidade geral ($\beta_{1i} = 1$). Apesar de não terem sido estáveis ($\sigma_{di}^2 > 0$), os respectivos valores de R^2 ficaram acima de 80%, indicando que os híbridos apresentam estabilidade tolerável (CRUZ & REGAZZI, 2001). Os híbridos M 734 (T) e HLE 23

tiveram adaptabilidade para ambientes favoráveis ($\beta_{1i} > 1$) e estabilidade tolerável e o híbrido BRS G36 mostrou ser adaptado a ambientes desfavoráveis ($\beta_{1i} < 1$), mas instáveis ($R^2 < 80\%$). Quanto às variedades, BRS G35 e BRS G41 apresentaram rendimento de grãos inferior à testemunha Embrapa 122.

Conclusão

Nenhum genótipo foi considerado ideal para rendimento, adaptabilidade e estabilidade. Os híbridos BRS G37, BRS G39, BRS G40 e BRS G34 apresentaram bons rendimentos, adaptabilidade geral e estabilidade tolerável.

Agradecimentos

Aos pesquisadores e às instituições que avaliaram os ensaios da Rede de Ensaio de Avaliação de Genótipos de Girassol, cujos dados experimentais foram necessários para a elaboração desse trabalho.

Referências

CARVALHO, C.G.P. de; OLIVEIRA, M.F. de; ARIAS, C.A.A.; CASTIGLIONI, V.B.R.; VIEIRA, O.V.V.; TOLEDO, J.F.F. Categorizing coefficients of variation in sunflower trials. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 69-76, 2003.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora UFV, 2006. 648p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390p.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.

GRUNVALD, A. K.; CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B de; ANDRADE, C. A. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de

girassol no Brasil central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1483-1493, 2008.

GRUNVALD, A. K.; CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B de; ANDRADE, C. A. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. **Ciência Agrotecnologia**, v.33, p. 1195-1204, 2009.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 468p.

PORTO, W.S., CARVALHO, C. G. P de; PINTO, R. J. B.; OLIVEIRA, M. F. de; OLIVEIRA, A. C. B. de. Evaluation of sunflower cultivar for central Brazil. **Scientia Agricola**, v.65, p.139-144, 2008.

PORTO, W.S., CARVALHO, C. G. P de; PINTO, R. J. B.; OLIVEIRA, M. F. de; OLIVEIRA, A. C. B. de. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol para a região subtropical do Brasil. **Ciência Rural**, v.39, p. 2452-2459, 2009.

Tabela 1. Análise de variância conjunta quanto a rendimento de grão (kg ha⁻¹) de genótipos de girassol, avaliados na Rede Nacional de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, nas safrinhas de 2012 e 2013.

| F. V. | G.L. | Quadrado Médio |
|---------------------|----------|------------------|
| Genótipo (G) | 15 | 2.647.130,21 ** |
| Ambiente (A) | 14 | 23.845.879,10 ** |
| G x A | 210 | 262.273,73 ** |
| Resíduo | 675 | 51.600,12 |
| Média ^{1/} | 1.877,46 | - |
| C.V. ^{2/} | 12,09 | - |

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{1/} Média Geral, em kg ha⁻¹; ^{2/} C.V.: coeficiente de variação experimental, em %.

Tabela 2. Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtido por meio do método de Eberhart & Russel (1966), quanto aos rendimentos de grãos (kg ha⁻¹) de genótipos de girassol, cultivados nas safrinhas de 2012 e 2013.

| Genótipo | Média | $\beta_{1i}^{1/}$ | σ_{di}^2 ^{2/} | R ² ^{3/} |
|-------------------------------|---------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|
| BRS G37 (H) | 2.114,8 a | 0,99 ^{ns} | 21.567,5** | 92,07 |
| BRS G39 (H) | 2.109,2 a | 1,03 ^{ns} | 33.639,7** | 90,2 |
| BRS G40 (H) | 2.064,4 ab | 0,99 ^{ns} | 18.782,0** | 92,66 |
| M734 (H) ^{4/} | 2.057,6 ab | 0,72** | 24.411,3** | 85,01 |
| BRS G36 (H) | 2.019,4 abc | 1,10* | 34.865,3** | 91,07 |
| BRS G34 (H) | 1.969,8 abcd | 0,98 ^{ns} | 21.338,0** | 91,89 |
| HLE 23 (H) | 1.965,1 abcd | 0,73** | 49.795,6** | 77,53 |
| Helio 358 (H) ^{4/} | 1.920,6 abcde | 0,99 ^{ns} | 14.573,5* | 93,48 |
| HLE 22 (H) | 1.904,3 bcde | 1,24** | 69.136,6** | 88,31 |
| MG 341 (H) | 1.889,4 bcde | 1,12** | 59.985,5** | 87,53 |
| HLE 20 (H) | 1.844,8 cdef | 1,14* | 95.062,9** | 83,02 |
| BRS G38 (H) | 1.768,2 def | 0,80** | 50.478,2** | 80,4 |
| V90631 (H) | 1.731,5 ef | 0,94 ^{ns} | 42.310,9** | 86,58 |
| Embrapa 122 (V) ^{5/} | 1.679,3 f | 1,23** | 63.799,4** | 88,83 |
| BRS G35 (V) | 1.470,7 g | 0,88* | 35.002,2** | 86,75 |
| BRS G41 (V) | 1.414,5 g | 1,04 ^{ns} | 71.054,8** | 84,04 |
| Média Geral | 1877,46 | - | - | - |
| C.V. (%) ^{6/} | 12,1 | - | - | - |

^{1/} β_{1i} : parâmetro de adaptabilidade; ^{2/} σ_{di}^2 : parâmetro de estabilidade; ^{3/} R²: coeficiente de determinação; ^{4/} Testemunha do ensaio para comparação de híbridos; ^{5/} Testemunha do ensaio para comparação de variedades; ^{6/} C.V.: coeficiente de variação experimental, em %.

Evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da soja em semeadura cruzada e não cruzada

BABOLIM, R.C.G.¹; SIMIONATO, U.R.¹; FERREIRA, A.S.²; WERNER, F.²; IWASAKI, G.S.³; NEUMAIER, N.⁴; DEBIASI, H.⁴; FRANCHINI, J.C.⁴; BALBINOT JR., A.A.⁴ | ¹ UNOPAR, Universidade Norte do Paraná, Curso de Agronomia; ² UEL, Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós Graduação em Agronomia; ³ UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Agronomia; ⁴ Embrapa Soja

Introdução

A incidência solar é uma forma de radiação eletromagnética e, quando disposta de acordo com seus comprimentos de onda ou frequências, forma um arranjo contínuo conhecido como espectro eletromagnético (Echer e Souza, 2001). A incidência solar proporciona energia luminosa para a fotossíntese e afeta vários processos fisiológicos das plantas, sendo um fator essencial para determinar o desenvolvimento das plantas de soja. A porcentagem de cobertura do solo pelo dossel das plantas cultivadas é relevante porque afeta a interceptação de radiação, refletindo-se na fotossíntese da comunidade de plantas e, por consequência, na produtividade biológica.

O crescimento das plantas de soja pode ser caracterizado por diversas variáveis, tais como a massa seca, área foliar, altura de plantas e porcentagem de cobertura do solo pelas estruturas da parte aérea das plantas. Todavia, a avaliação dessas variáveis demanda muito trabalho e tempo, além do que, no caso da massa seca, implica na destruição das plantas. Por outro lado, pode-se estimar o fechamento das entrelinhas com uso do aparelho *Green Seeker*[®] 505 *Handheld Sensor*, que é portátil e é equipado com um sensor ativo e não imageador capaz de calcular o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). O NDVI consiste no cálculo da diferença entre emissão e reflexão de dois comprimentos de onda do espectro eletromagnético: infravermelho próximo (0,725-1,1 μm) e vermelho (0,58-0,68 μm), e seu valor varia de -1 a 1, de acordo com a fórmula: $\text{NDVI} = (\rho_{\text{ivp}} - \rho_{\text{v}}) / (\rho_{\text{ivp}} + \rho_{\text{v}})$, onde ρ_{ivp} é a refletância no infravermelho próximo e ρ_{v} é a refletância no vermelho. A medida que a cobertura vegetal e o verde se intensificam o NDVI também aumenta (Lira et al., 2009). Salienta-se que a avaliação do NDVI é rápida e não destrutiva.

Várias pesquisas têm mostrado a pequena resposta da soja às variações de densidade de plantas (Pires et al., 1998; Heiffig et al., 2006; Board e Kahlon, 2013). Esse resultado é atribuído à alta plasticidade fenotípica da cultura (Procópio et al., 2013). A maioria das cultivares de soja disponíveis no mercado apresenta alta capacidade de emissão de ramos, compensando os espaços disponíveis. Em relação ao efeito do espaçamento entre as fileiras, há resultados discrepantes na literatura (Rambo et al., 2003; Heiffig et al., 2006), pois essa resposta tem forte dependência das cultivares e do ambiente de cultivo. Nesse sentido, a escolha do arranjo espacial de plantas na área deve levar em consideração as características das cultivares utilizadas (Edwards e Purcell, 2005).

Nos últimos anos, alguns produtores têm avaliado uma técnica chamada "plantio cruzado" ou "semeadura cruzada", em que metade das sementes é semeada em um sentido, normalmente o que já vem sendo praticado na lavoura, e a outra metade em sentido transversal, ou seja, cruzando as linhas de semeadura, formando um quadriculado. No en-

tanto, na literatura há poucas informações que indiquem o efeito dessa técnica sobre variáveis agrônômicas, bem como sobre a sua interação com a densidade de semeadura e cultivares que apresentam diferentes arquiteturas de plantas.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da semeadura cruzada da soja sobre a evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) durante o ciclo de desenvolvimento, em duas cultivares e três densidades de semeadura.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, durante o período de outubro de 2013 a março de 2014. Os dados de precipitação e temperatura do ar durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1. O solo da área experimental foi identificado como Latossolo Vermelho distroférrico. A vegetação presente na área experimental foi dessecada quimicamente com glyphosate (1.080 g ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl (30 g ha⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, em esquema fatorial 2x2x3, com três repetições. Os tratamentos foram formados pela combinação de dois sistemas de semeadura (semeadura cruzada e não cruzada), duas cultivares de soja e três densidades de semeadura (150, 300 e 450 mil sementes viáveis ha⁻¹). As parcelas mediam 10,0 m de comprimento e 5,0 m de largura, totalizando 50 m².

Foram utilizadas as cultivares BRS 359 RR, tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturidade relativa 6.0 e BMX Potência RR, tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturidade relativa 6,7. A semeadura foi realizada no dia 29/10/2013, a uma velocidade média de 5 km h⁻¹, por meio de semeadora-adubadora equipada com sulcadores do tipo facão guilhotina para o adubo e disco duplo defasado para a semente, e dosadores do tipo disco perfurado com dupla fileira de furos para a semente. As sementes de soja foram tratadas com Vitavax-Thi-

ran 200SC® (150 mL 50 kg⁻¹ de sementes), Co-Mo Platinum® (100 mL 50 kg⁻¹ de sementes) e inoculante líquido Gelfix 5® (100 mL 50 kg⁻¹ de sementes). A adubação de base constou da aplicação de 350 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 250 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, aplicados a lanço, 7 dias antes da semeadura. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi efetuado conforme as indicações técnicas para a cultura.

A avaliação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi realizada aos 27, 35, 43, 49 e 82 dias após a semeadura (DAS), utilizando-se o equipamento *Green Seeker® 505 Handheld Sensor*. Essa avaliação foi realizada na parte central das parcelas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F e regressão polinomial ($p \leq 0,05$). Para a realização da análise estatística foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Durante o período em que foram realizadas as avaliações de NDVI (27 a 82 DAS), as condições de chuva e de temperatura foram adequadas à cultura da soja (Figura 1), proporcionando alto crescimento vegetativo. A evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) nos dois sistemas de semeadura avaliados apresentou um crescimento linear da cobertura pelas plantas no período avaliado. De forma geral, constatou-se que a menor densidade apresentou menor valor inicial de NDVI em relação as outras densidades, isso se deve a uma menor presença de cobertura vegetal no início do ciclo. Já, aos 82 DAS, que corresponde ao período de enchimento de grãos, os valores de NDVI foram praticamente os mesmos, para todas as densidades.

No início do ciclo de desenvolvimento da cultivar BRS 359 RR, os valores de NDVI foram ligeiramente superiores em sistema de semeadura não cruzada, comparativamente à cruzada. É provável que ao cruzar as linhas de semeadura houvesse um aumento do revolvimento do solo e isso pode ter comprometido a emergência das plantas, diminuindo a co-

bertura vegetal. Por outro lado, a cultivar BMX Potência RR apresentou valores iniciais de NDVI um pouco superiores no sistema de semeadura cruzada, mostrando que para essa cultivar o cruzamento das linhas foi favorável ao crescimento inicial de plantas. Aos 82 DAS, os valores de NDVI nos dois sistemas de semeadura, nas três densidades, para as duas cultivares apresentaram o mesmo valor, indicando que no período de enchimento de grãos a presença de vegetação se iguala, independentemente do arranjo de plantas testado. Isso ocorreu em razão da alta capacidade que a cultura da soja possui em compensar os espaços por meio da emissão de ramos e folhas. Segundo Moreira (2003) a assinatura espectral da vegetação mostra evidente contraste nas porções refletidas e/ou absorvidas entre as regiões do visível, especialmente na faixa do vermelho, e do infravermelho próximo. Esse contraste é proporcional ao vigor da vegetação e a turgidez das folhas, o que resulta em índices NDVI com valores mais acentuados com o passar do tempo e o maior desenvolvimento das plantas. De acordo com Fontana et al. (1998) há alta velocidade de acúmulo de biomassa durante a fase vegetativa da cultura da soja e isso se reflete em aumento acentuado dos valores de NDVI durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Com isso, é possível observar que os valores de NDVI no início do ciclo são aproximados para as duas cultivares, os dois sistemas de plantio (cruzado e não cruzado) e as três densidades, mas com o desenvolvimento da cultura estes valores tendem a apresentar um mesmo valor no período de enchimento de grãos.

Conclusões

Houve aumento linear do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada entre 27 e 82 dias após a semeadura, nos dois sistemas de semeadura, nas duas cultivares e nas três densidades de semeadura.

No início do ciclo de desenvolvimento, a cultivar BRS 359 RR apresentou valores de NDVI ligeiramente superiores na semeadura não cruzada e a cultivar BMX Potência RR apresentou valores um pouco superiores na semeadura cruzada em relação à não cruzada.

Aos 82 dias após a semeadura – período de enchimento de grãos – o NDVI não foi influenciado pela semeadura cruzada, nem tampouco pelas densidades de semeadura e pelas cultivares, atingindo valores próximos de 1,0.

Referências

- BOARD, J.E.; KAHN, C.S. Morphological responses to low plant population differ between soybean genotypes. **Crop Science**, v.53, p.1109-1119, 2013.
- ECHER, E.; SOUZA, M.P. A Lei de Beer aplicada na atmosfera terrestre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n.3, p.276-283, 2001.
- EDWARDS, J.T.; PURCELL, L.C. Soybean yield and biomass response to increasing plant population among diverse maturity groups: I. Agronomic characteristics. **Crop Science**, v.45, p.1770-1777, 2005.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H. Relação entre o Índice de Vegetação Global e Condições Hídricas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 8, 1399-1405, 1998.
- HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v.65, n.2, p.285-295, 2006.
- LIRA, V.M.; SILVA, B.B.; DANTAS, N. J.; FARIAS, M.S.S.; BEZERRA, M.V.C.; FRANCO, E.S.; CENTERO, C.R.M. Análise espectral de índice de vegetação em área irrigada com cana. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v.6, p.113-120, 2009.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. **2. ed. Viçosa: Editora UFV**. 2003. 307 p.

PIRES, J.L.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.24, p. 183-188, 1998.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JR., A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de soja de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.4, p.319-325, 2013.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.405-411, 2003.

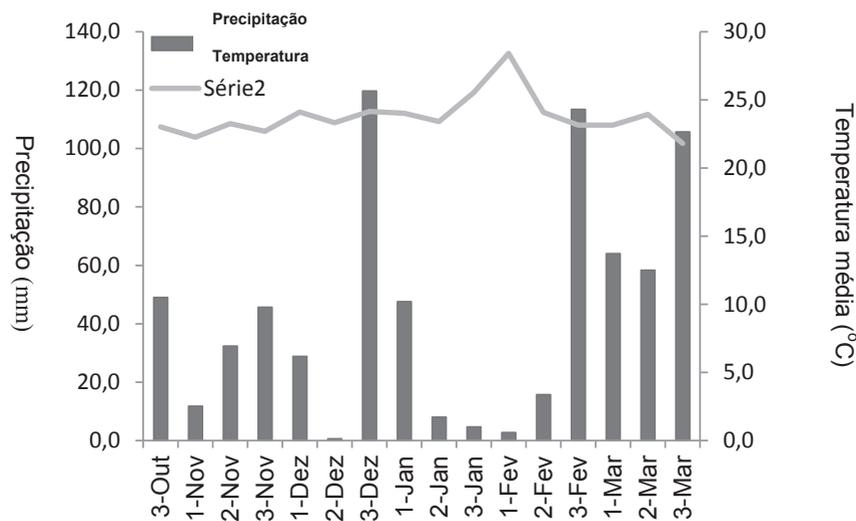


Figura 1. Precipitação pluvial e temperatura média do ar por decêndio, durante a condução do experimento. Londrina, safra 2013/2014.

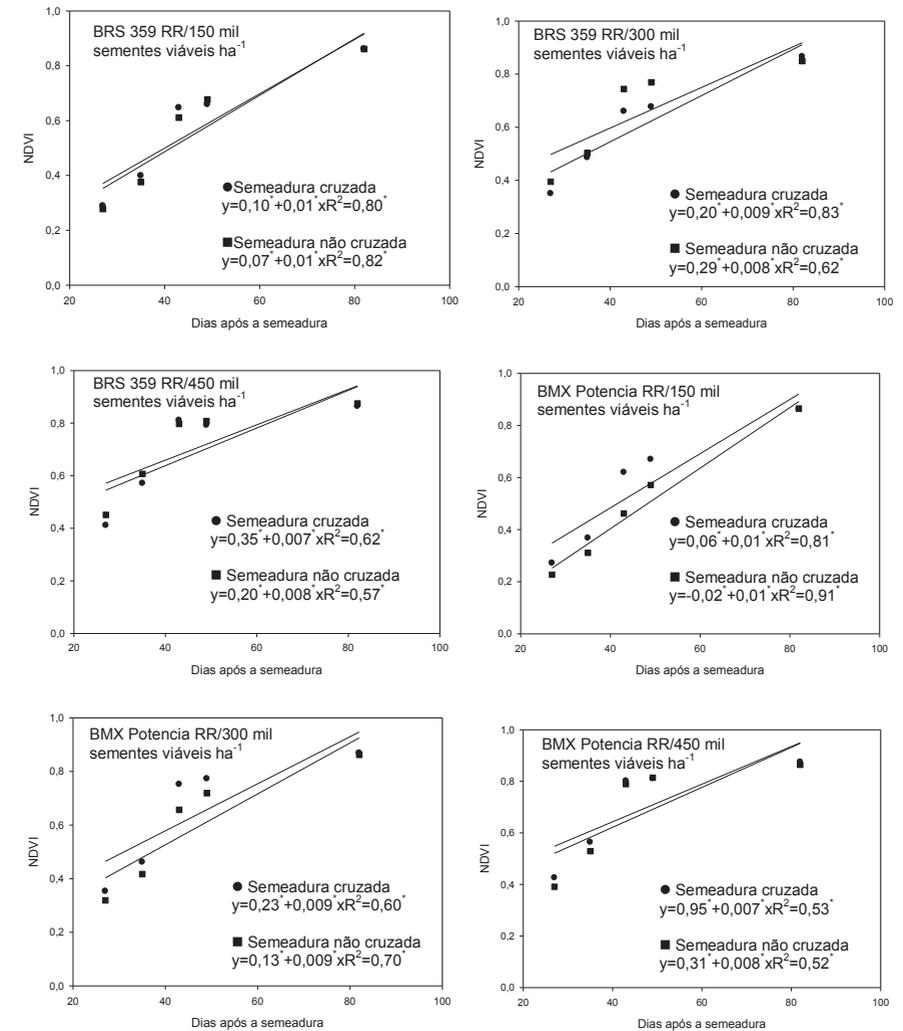


Figura 2. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em semeadura cruzada e não cruzada, duas cultivares (BRS 359 RR e BMX Potencia RR) e três densidades de semeadura (150, 300 e 450 mil sementes viáveis ha⁻¹). Londrina, PR, safra 2013/2014.

Semeadura cruzada na cultura da soja em diferentes cultivares e densidades de plantas

BABOLIM, R.C.G.¹; SIMIONATO, U.R.¹.; FERREIRA, A.S.²; WERNER, F.²; IWASAKI, G.S.³; PROCÓPIO, S.O.⁴; DEBIASI, H.⁵; FRANCHINI, J.C.⁵; BALBINOT JR., A.A.⁵ | ¹ UNOPAR, Universidade Norte do Paraná, Curso de Agronomia; ² UEL, Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós Graduação em Agronomia; ³ UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Agronomia; ⁴ Embrapa Tabuleiros Costeiros; ⁵ Embrapa Soja

Introdução

Na última década, a sojicultura brasileira experimentou mudanças com a utilização de novas tecnologias, como a consolidação do Sistema Plantio Direto, o advento das cultivares transgênicas e a introdução de cultivares mais produtivas. Entretanto, as novas cultivares de soja apresentam tipo de crescimento e porte diferentes das cultivares usadas até a década de 1990 (Trezzi et al., 2013), promovendo discussões acerca de arranjos espaciais de plantas que maximizem a produtividade de grãos e confirmem outras vantagens agronômicas, como facilidade de manejo fitossanitário (Souza et al., 2010). Diante das novas cultivares e tecnologias de cultivo, faz-se necessário o estudo de ações de manejo que possam refletir em aumento da produtividade, sem grandes mudanças nos custos de produção e nos impactos ambientais da atividade rural.

Especialmente nas últimas três safras, alguns agricultores vêm testando uma forma de semeadura denominada “plantio cruzado” ou “semeadura cruzada”, no qual se realiza uma operação de semeadura posicionando metade das sementes, seguida de outra operação similar no sentido perpendicular à primeira. Alguns recordistas de produtividade têm atribuído, pelo menos em parte, a grande produtividade de grãos à semeadura cruzada. No entanto, na literatura há carência de informações sobre os efeitos dessa técnica no crescimento das plantas e na produtividade da soja e a sua relação com cultivares e outras práticas de manejo.

Várias pesquisas têm mostrado a pequena resposta da soja às variações de densidade de plantas (Pires et al., 1998; Heiffig et al., 2006; Board e Kahlon, 2013). Esse resultado é atribuído à alta plasticidade fenotípica da cultura, a qual é definida como a capacidade da planta alterar sua morfologia e componentes de rendimento a fim de adequá-los às condições impostas pelo arranjo espacial dos indivíduos (Cooperative..., 1994). Em relação ao efeito do espaçamento entre as fileiras, há resultados discrepantes na literatura, pois essa resposta é dependente das cultivares e do ambiente de cultivo. É importante ressaltar que praticamente todos os trabalhos disponíveis na literatura foram realizados com cultivares de soja de tipo de crescimento determinado, com folíolos grandes e horizontais, bem como com alta capacidade de ramificação, ou seja, características que estão cada vez menos valorizadas nas seleções realizadas nos atuais programas de melhoramento com a cultura da soja no Brasil.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da semeadura cruzada da soja na produtividade de grãos em duas cultivares com tipo de crescimento indeterminado e em três densidades de semeadura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, durante o período de outubro de 2013 a março de 2014. O solo da área foi identificado como Latossolo Vermelho dis-

troférico. A cobertura vegetal presente na área foi dessecada quimicamente com glyphosate (1.080 g ha^{-1}) e carfentrazone-ethyl (30 g ha^{-1}), aos 15 dias antes da semeadura.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 3$, com três repetições. Os tratamentos foram formados pela combinação de dois sistemas de semeadura (cruzada e não cruzada), duas cultivares (BRS 359 RR e BMX Potência RR) e de três densidades de semeadura (150, 300 e 450 mil sementes viáveis ha^{-1}). As parcelas mediam 10,0 m de comprimento e 5,0 m de largura, totalizando 50 m^2 . A área útil das parcelas foi de 12 m^2 (8 m de comprimento por 1,5 m de largura).

As cultivares BRS 359 RR e BMX Potência RR possuem tipo de crescimento indeterminado, grupo de maturidade relativa de 6.0 e 6.7, respectivamente, e resistência ao herbicida glyphosate. A semeadura foi realizada no dia 29/10/2013, a uma velocidade média de 5 km h^{-1} , por meio de uma semeadora-adubadora equipada com sulcadores do tipo facão guilhotina para o adubo e disco duplo defasado para a semente, e dosadores do tipo disco perfurado com dupla fileira de furos para a semente. As sementes de soja foram tratadas com Vitavax-Thiran 200SC[®] (150 mL 50 kg^{-1} de sementes), Co-Mo Platinum[®] (100 mL 50 kg^{-1} de sementes) e inoculante líquido Gelfix 5[®] (100 mL 50 kg^{-1} de sementes). A adubação de base constou da aplicação de 350 kg ha^{-1} de superfosfato simples e 250 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, aplicados a lanço, sem incorporação. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi efetuado conforme as indicações técnicas para a cultura.

Os dados de precipitação pluvial e temperatura do ar durante o período de execução dos experimentos estão apresentados na Figura 1. As plantas presentes na área útil das parcelas foram colhidas e trilhadas, sendo determinada a produtividade de grãos, com padronização da umidade em 13%. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F ($p \leq 0,05$) Quando constatado efeito de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey. Para a realização da análise estatística foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2008).

Resultados e Discussão

Durante a condução do experimento, houve acentuado déficit hídrico nos últimos dois decêndios de janeiro e, sobretudo, no primeiro decêndio de fevereiro (Figura 1). O estresse hídrico desse período foi associado a altas temperaturas, o que provocou redução expressiva na produtividade de grãos.

Não houve efeito principal dos fatores experimentais sobre a produtividade de grãos (Tabela 1), demonstrando a baixa resposta da soja às alterações no arranjo espacial das plantas. Entretanto, houve interação significativa entre cultivares e sistemas de semeadura e entre cultivares e densidades de semeadura (Tabelas 2 e 3).

Para a cultivar BRS 359 RR, o cruzamento das linhas reduziu a produtividade, enquanto que para a BMX Potência RR não houve efeito desse fator. O desenvolvimento da BRS 359 RR pode ter sido prejudicado pela segunda operação de semeadura no sistema cruzado que revolve o solo, expondo as sementes que haviam sido semeadas na primeira passada da máquina. Na semeadura não cruzada, a BRS 359 RR foi mais produtiva que a BMX Potência RR, entretanto ao realizar o cruzamento das linhas, a produtividade das duas cultivares se igualou, mostrando que a plasticidade da BMX Potência RR permitiu igual desempenho nas duas condições de cultivo (Tabela 2). Nesse sentido, não há evidências de que o cruzamento das linhas propicie maior produtividade, como relatado por alguns agricultores. Resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa foram obtidos por Procópio et al. (2013).

Para a BRS 359 RR, o aumento da densidade de semeadura propiciou incremento na produtividade (Tabela 3), enquanto que para a BMX Potência não houve diferença entre as densidades. A BRS 359 RR se mostrou mais produtiva que a BMX Potência RR na densidade de 450 mil sementes viáveis ha^{-1} . Essa maior produtividade da BRS 359 RR em relação às demais densidades pode ser explicada pela arquitetura mais compacta desta cultivar, que permitiu minimizar os prejuízos causados pela competição intraespecífica. A BMX Potência RR não teve a produtividade afetada pela densidade de semeadura, por ser uma cul-

tivar com maior plasticidade fenotípica. Isso indica que, para a cultivar BMX Potência RR, o aumento da densidade de semeadura não é uma técnica que se reflete em maior produtividade, considerando o ambiente de cultivo avaliado.

Conclusão

A semeadura cruzada não conferiu aumento de produtividade de grãos em duas cultivares de soja e três densidades de semeadura.

O aumento da densidade de 150 para 450 mil sementes viáveis ha⁻¹ aumentou a produtividade somente na cultivar que apresenta arquitetura mais compacta de plantas (BRS 359 RR).

Referências

BOARD J.E.; KAHN C.S. Morphological responses to low plant population differ between soybean genotypes. **Crop Science**, v..53, p.1109-1119, 2013.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v.65, n.2, p.285-295, 2006.

PIRES J.L.; COSTA J.A.; THOMAS A.L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.24, p.183-188, 1998.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JR., A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar

de soja de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.4, p.319-325, 2013.

SOUZA C.A.; GAVA F.; CASA R.T.; BOLZAN J.M.; KUHNEM J.R. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™. **Planta Daninha**, v. 28 p.887-896, 2010.

TREZZI M.M.; BALBINOT JR. A.A.; BENIN G.; DEBASTIANI F.; PATEL F.; MIOTTO JR. E. Competitive ability of soybean cultivars with horseweed (*Conyza bonariensis*). **Planta Daninha**, v.31, p.543-550, 2013.

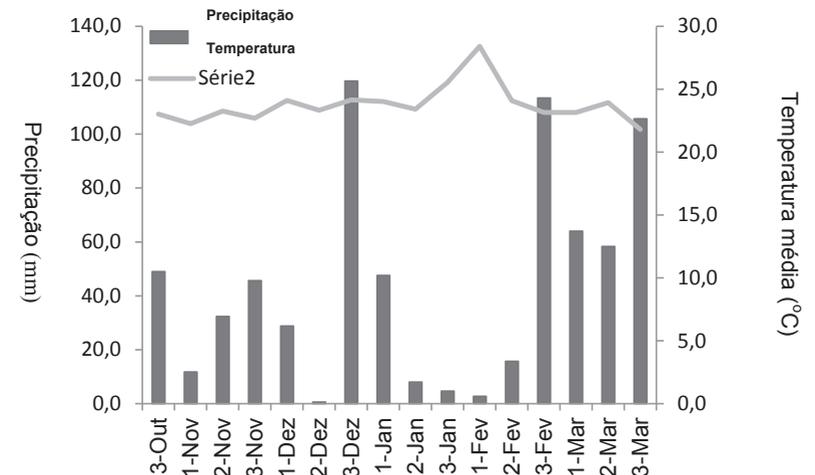


Figura 1. Precipitação pluvial e temperatura média do ar por decêndio, durante a condução do experimento. Londrina, safra 2013/2014.

Tabela 1. Produtividade de grãos de soja em semeadura cruzada e não cruzada, cultivares e densidades de semeadura. Londrina, safra 2013/2014

| Semeadura | Produtividade (kg ha ⁻¹) |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Não cruzada | 1.962 a ¹ |
| Cruzada | 1.869 a |
| Cultivares | |
| BRS 359 RR | 1.986 a ¹ |
| BMX Potencia RR | 1.846 a |
| Densidade de semeadura (mil sementes viáveis ha⁻¹) | |
| 150 | 1.776 a ¹ |
| 300 | 1.913 a |
| 450 | 2.058 a |
| C.V. (%) | 16,4 |

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Tabela 2. Produtividade de grãos de soja em diferentes cultivares em semeadura cruzada e não cruzada. Londrina, safra 2013/2014

| Cultivares | Semeadura | |
|-----------------|------------------------|-----------|
| | Não cruzada | Cruzada |
| BRS 359 RR | 2.156 a A ¹ | 1.815 a B |
| BMX Potencia RR | 1.770 b A | 1.922 a A |
| C.V. (%) | 16,4 | |

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Tabela 3. Produtividade de grãos de soja em diferentes cultivares e densidades de semeadura. Londrina, safra 2013/2014

| Cultivares | Densidades de semeadura (mil sementes viáveis ha ⁻¹) | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
| | 150 | 300 | 450 |
| BRS 359 RR | 1.705 a B ¹ | 1.932 a AB | 2.319 a A |
| BMX Potencia RR | 1.846 a A | 1.894 a A | 1.797 b A |
| C.V. (%) | 16,4 | | |

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da soja em função do espaçamento entre as fileiras

SIMIONATO, U.R.¹; FERREIRA, A.S.²; WERNER, F.²; BABOLIM, R.C.G.¹; IWA-SAKI, G.S.³; NEUMAIER, N.⁴; DEBIASI, H.⁴; FRANCHINI, J.C. ⁴; BALBINOT JR., A.A.⁴ | ¹ UNOPAR, Universidade Norte do Paraná, Curso de Agronomia; ² UEL, Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós Graduação em Agronomia; ³ UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Agronomia; ⁴ Embrapa Soja

Introdução

O melhoramento genético, associado ao manejo do solo e dos sistemas de produção em que a soja está inserida, tem propiciado incrementos importantes na produtividade de grãos. Em geral, as novas cultivares de soja apresentam tipo de crescimento e porte diferentes das primeiras cultivares utilizadas no Brasil, o que fundamenta novas pesquisas no sentido de ajustar o arranjo espacial de plantas na lavoura para obtenção de altas produtividades, sem grandes mudanças no custo de produção e no impacto ambiental da sojicultura (Souza et al., 2010).

O arranjo espacial de plantas afeta a competição intraespecífica e, conseqüentemente, a quantidade de recursos do ambiente – água, luz e nutrien-

tes - disponíveis para cada planta, podendo ser alterado pela densidade de plantas e pelo espaçamento entre as fileiras (Rambo et al., 2004). Trabalhos têm demonstrado a baixa resposta da cultura da soja às variações em densidades (Heiffig et al., 2006). Esse resultado é função da alta plasticidade fenotípica da soja, a qual é definida como a capacidade da planta alterar sua morfologia e componentes de rendimento a fim de adequá-los às condições impostas pelo arranjo espacial dos indivíduos (Cooperative..., 1994). Em relação ao efeito do espaçamento entre as fileiras, há resultados discrepantes na literatura (Rambo et al., 2003; Heiffig et al., 2006), pois essa resposta é dependente das cultivares e do ambiente de cultivo.

O crescimento das plantas pode ser caracterizado por diversas variáveis, tais como a massa seca, área foliar, altura de plantas e porcentagem de cobertura do solo pelas estruturas da parte aérea das plantas. No entanto, a avaliação dessas variáveis requer muita mão de obra e, no caso da massa seca, implica na destruição das plantas. Adicionalmente, pode-se estimar o fechamento das entrelinhas com uso do aparelho *Green Seeker*® 505 Handheld Sensor, que é portátil e é equipado com um sensor ativo e não imageador capaz de calcular o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). O NDVI consiste no cálculo da diferença entre emissão e reflexão de dois comprimentos de onda do espectro eletromagnético: infravermelho próximo (0,725-1,1 μm) e vermelho (0,58-0,68 μm), e seu valor varia de -1 a 1, de acordo com a fórmula: $\text{NDVI} = (\rho_{\text{iv}} - \rho_{\text{v}}) / (\rho_{\text{iv}} + \rho_{\text{v}})$, onde ρ_{iv} é a refletância no infravermelho próximo e ρ_{v} é a refletância no vermelho. A medida que a cobertura vegetal e o verde se intensificam o NDVI também aumenta (Lira et al., 2009). A avaliação do NDVI é rápida e não destrutiva.

Diante do exposto, foi avaliado o efeito do espaçamento entre as fileiras de soja sobre a evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em duas cultivares e três densidades de semeadura.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina- PR, durante o período de outubro de 2013 a março de

2014. Os dados de precipitação e temperatura do ar durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1. O solo da área experimental foi identificado como Latossolo Vermelho distroférrico. A cobertura vegetal presente na área do experimento foi dessecada quimicamente com glyphosate (1.080 g ha^{-1}) e carfentrazone-ethyl (30 g ha^{-1}), aos 15 dias antes da semeadura. Anterior ao cultivo da soja, nessa área houve cultivo com trigo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 3$, com três repetições. Os tratamentos foram formados pela combinação de dois espaçamentos entre fileiras (0,2 e 0,5 m), duas cultivares de soja (BRS 359 RR e BMX Potência RR) e três densidades de semeadura (150, 300 e 450 mil sementes viáveis ha^{-1}). As parcelas mediam 10,0 m de comprimento e 5,0 m de largura, totalizando 50,0 m^2 .

A semeadura foi realizada no dia 29/10/2013, a uma velocidade média de 5 km h^{-1} , por meio de semeadora-adubadora equipada com sulcadores do tipo facão guilhotina para o adubo e disco duplo defasado para a semente, e dosadores do tipo disco perfurado com dupla fileira de furos para a semente. As sementes de soja foram tratadas com Vitavax-Thiran 200SC® (150 mL 50 kg^{-1} de sementes), Co-Mo Platinum® (100 mL 50 kg^{-1} de sementes) e inoculante líquido Gelfix 5® (100 mL 50 kg^{-1} de sementes). A adubação de base constou da aplicação de 350 kg ha^{-1} de superfosfato simples e 250 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, aplicados a lanço, sete dias antes da semeadura. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi efetuado conforme as indicações técnicas para a cultura.

A avaliação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi realizada aos 27, 35, 43, 49 e 82 dias após a semeadura (DAS), utilizando-se o equipamento *Green Seeker*® 505 Handheld Sensor na parte central das parcelas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F e regressão linear ($p \leq 0,05$) pelo programa Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Durante o período em que foram realizadas as avaliações de NDVI (27 a 82 DAS), as condições de chuva e de temperatura foram adequadas à cultura da soja (Figura 1). Observou-se que, para as duas cultivares avaliadas e para as três densidades de semeadura, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) nos dois espaçamentos avaliados apresentou um crescimento linear durante a evolução do ciclo de desenvolvimento da soja com valores de coeficientes de determinação (R^2) variando de 0,52 a 0,96 (Figura 2). A maior densidade de plantas (450 mil sementes viáveis ha⁻¹) apresentou maior NDVI em relação às menores densidades. Isso demonstra o grande efeito da quantidade de plantas sobre essa variável, notadamente no início do ciclo.

De um modo geral, para as duas cultivares e para as três densidades de semeadura, observou-se que o NDVI no espaçamento de 0,5 m apresentou maior valor em relação ao espaçamento de 0,2 m, especialmente no início do ciclo (Figura 2). Possivelmente isso ocorreu em função do maior fechamento do dossel na linha de semeadura observado no maior espaçamento, já que, nesse caso, há maior concentração de plantas na linha. Por outro lado, aos 82 DAS, quando as plantas já se encontravam na fase de enchimento de grãos, o NDVI nos dois espaçamentos e nas três densidades indicaram valores muito similares, independentemente do espaçamento. Esse fato se deve a alta capacidade que a soja tem em compensar espaços vazios, mormente emitindo ramos e folhas. Nesse contexto, as diferenças de NDVI entre os espaçamentos desaparecem com a evolução do ciclo da soja.

Segundo Rodrigues et al. (2013) a evolução temporal do NDVI da lavoura de soja é definida por menores valores no início do ciclo e, após sofre um gradativo acréscimo, até chegar à fase de máximo acúmulo da biomassa (NDVI próximo a 1) e novamente retornando a valores menores na fase de senescência, em razão da perda de folhas verdes.

Conclusões

Houve aumento linear do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada entre 27 e 82 dias após a semeadura, nas duas cultivares, nos dois espaçamentos e nas três densidades de semeadura.

Em geral, no início do ciclo de desenvolvimento, o espaçamento de 0,5 m propiciou maior NDVI em relação ao espaçamento de 0,2 m, mas na fase de enchimento de grãos não houve diferença entre os espaçamentos.

Referências

- COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v.65, n.2, p.285-295, 2006.
- LIRA, V.M.; SILVA, B.B.; DANTAS, N. J.; FARIAS, M.S.S.; BEZERRA, M.V.C.; FRANCO, E.S.; CENTERO, C.R.M. Análise espectral de índice de vegetação em área irrigada com cana. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v.6, p.113-120, 2009.
- RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.405-411, 2003.
- RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel

da soja, em diferentes arranjos de plantas. *Ciência Rural*, v.34, n.1, p.33-40, 2004.

RODRIGUES, C. P.; FONTANA, D. P.; MORAES, O. L. L de.; ROBERTI, D. R. NDVI e fluxo de CO₂ em lavoura de soja no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.28 n.1, p. 95-104, 2013.

SOUZA, C.A.; GAVA, F.; CASA, R.T.; BOLZAN, J.M.; KUHNEM JR, P.R. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™. *Planta Daninha*, v.28, p.887-896, 2010.

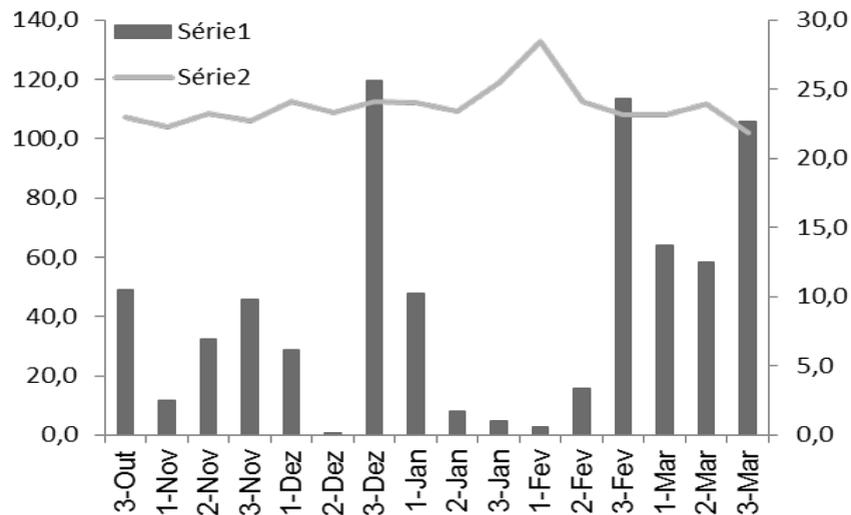


Figura 1. Precipitação pluvial e temperatura média do ar por decêndio, durante a condução do experimento. Londrina, safra 2013/2014.

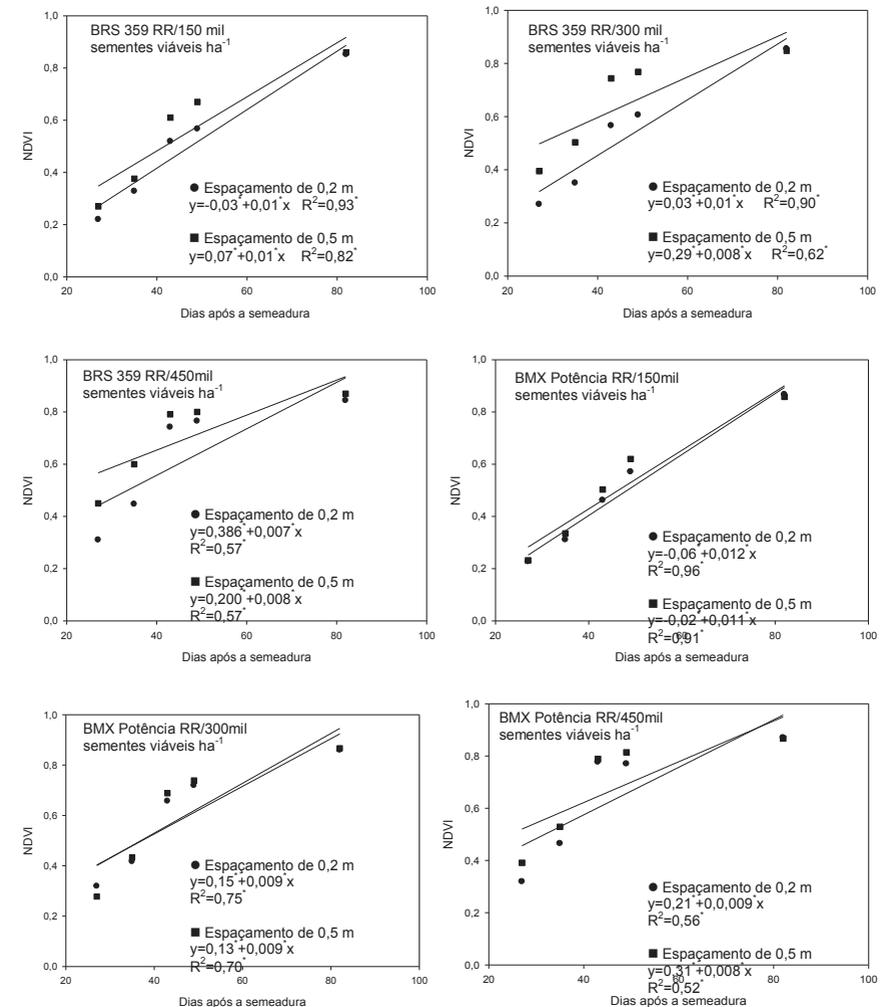


Figura 2. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em dois espaçamentos entre fileiras (0,2 e 0,5 m), duas cultivares (BRS 359 RR e BMX Potência RR) e três densidades de semeadura (150, 300 e 450 mil sementes viáveis ha⁻¹). Londrina, PR, safra 2013/2014.

Redução do espaçamento entre fileiras na produtividade de duas cultivares de soja sob diferentes densidades de semeadura

SIMIONATO, U.R.¹.; FERREIRA, A.S.²; WERNER, F.²; BABOLIM, R.C.G.¹; IWA-SAKI, G.S.³; PROCÓPIO, S.O.⁴; DEBIASI, H.⁵; FRANCHINI, J.C.⁵; BALBINOT JR., A.A.⁵ | ¹ UNOPAR, Universidade Norte do Paraná, Curso de Agronomia; ² UEL, Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós Graduação em Agronomia; ³ UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Agronomia; ⁴ Embrapa Tabuleiros Costeiros; ⁵ Embrapa Soja

Introdução

O manejo do solo e da cultura da soja, associado ao melhoramento genético, tem propiciado incrementos expressivos na produtividade da cultura. Dentre as práticas de manejo, o arranjo espacial das plantas pode afetar a velocidade de fechamento das entrelinhas (Heiffig et al., 2006), a produção de massa seca (Cox e Cherney, 2011), a arquitetura das plantas (Cox et al., 2010), a severidade de doenças (Lima et al., 2012), o acamamento de plantas (Balbinot Jr., 2011) e a produtividade da cultura (Rambo et al., 2004; Hanna et al., 2008).

O arranjo espacial de plantas afeta a competição intraespecífica e, conseqüentemente, a quantidade de recursos do ambiente – água, luz

e nutrientes - disponíveis para cada planta, podendo ser alterado pela densidade de plantas e pelo espaçamento entre as fileiras (Rambo et al., 2004). Na literatura há casos de baixa resposta da cultura da soja às variações de densidade de semeadura (Heiffig et al., 2006). Esse resultado é função da alta plasticidade fenotípica da soja, a qual é definida como a capacidade da planta alterar sua morfologia e componentes de rendimento a fim de adequá-los às condições impostas pelo arranjo espacial dos indivíduos (Cooperative..., 1994). Ou seja, em baixa densidade, as plantas de soja tendem a emitir maior quantidade de ramos, aumentando o número de vagens por planta, compensando a menor quantidade de indivíduos por área pela maior produção por planta. No entanto, em algumas cultivares e ambientes, variações de densidade, dentro da faixa indicada para cada genótipo, pode afetar a produtividade (Cox e Cherney, 2011).

Em relação ao efeito do espaçamento entre as fileiras, há resultados discrepantes na literatura (Rambo et al., 2003; Heiffig et al., 2006), pois essa resposta depende das cultivares e do ambiente de cultivo. É importante ressaltar que praticamente todos esses trabalhos disponíveis na literatura foram realizados com cultivares de soja com tipo de crescimento determinado, com folíolos grandes e horizontais, bem como alta capacidade de ramificação, ou seja, características que estão cada vez mais se distanciando das seleções realizadas nos atuais programas de melhoramento com a cultura da soja no Brasil.

Foi avaliada a produtividade de duas cultivares de soja com tipo de crescimento indeterminado submetidas à redução do espaçamento entre fileiras e diferentes densidades de semeadura.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina-PR, durante o período de outubro de 2013 a março de 2014. O solo da área foi identificado como Latossolo Vermelho distroférrico. A cobertura vegetal presente na área foi dessecada quimicamente com glyphosate (1.080 g ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl (30 g ha⁻¹),

aos 15 dias antes da semeadura, tendo como cultura anterior o trigo.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos com a combinação de dois espaçamentos entre fileiras (0,5 e 0,2 m), de duas cultivares (BRS 359 RR e BMX Potência RR) e de três densidades de semeadura (150, 300 e 450 mil sementes viáveis ha⁻¹), totalizando 36 parcelas experimentais. As parcelas mediam 10,0 m de comprimento e 5,0 m de largura, totalizando 50 m². Para o espaçamento de 0,5 m, a área útil da parcela foi de 12 m² (8 m de comprimento por 1,5 m de largura) e para o espaçamento de 0,2 m foi de 11,2 m² (8 m de comprimento por 1,4 m de largura).

As cultivares BRS 359 RR e BMX Potência RR possuem tipo de crescimento indeterminado, grupo de maturidade relativa 6.0 e 6.7, respectivamente, e resistência ao herbicida glyphosate. A semeadura foi realizada no dia 30/10/2013, a uma velocidade média de 5 km h⁻¹, por meio de uma semeadora-adubadora equipada com sulcadores do tipo facção guilhotina para o adubo e disco duplo defasado para a semente, e dosadores do tipo disco perfurado com dupla fileira de furos para a semente. As sementes de soja foram tratadas com Vitavax-Thiran 200SC[®] (150 mL 50 kg⁻¹ de sementes), Co-Mo Platinum[®] (100 mL 50 kg⁻¹ de sementes) e inoculante líquido Gelfix 5[®] (100 mL 50 kg⁻¹ de sementes). A adubação de base constou da aplicação de 350 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 250 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, aplicados a lanço. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi efetuado conforme as indicações técnicas para a cultura.

Os dados de precipitação pluvial e temperatura do ar durante o período de execução do experimento estão apresentados na Figura 1. As plantas presentes na área útil das parcelas foram colhidas e trilhadas, sendo determinada a produtividade de grãos em Kg ha⁻¹, com padronização da umidade em 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste F ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa

Sisvar (Ferreira, 2008) após avaliadas as pressuposições da ANOVA. Quando constatado efeito de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Para a realização da análise estatística foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2008).

Resultados e discussão

Durante a condução do experimento, houve acentuado déficit hídrico nos últimos dois decênios de janeiro e, sobretudo, no primeiro decênio de fevereiro (Figura 1). O estresse hídrico desse período foi associado a altas temperaturas, o que provocou redução expressiva na produtividade de grãos.

Não houve efeito significativo das interações **entre os fatores experimentais**. Entretanto, a redução no espaçamento reduziu significativamente a produtividade (Tabela 1). Possivelmente isso ocorreu devido ao alto crescimento vegetativo e, conseqüentemente elevado auto sombreamento no espaçamento de 0,2 m, comprometendo a produtividade de grãos. As condições ambientais foram favoráveis ao crescimento vegetativo, propiciando rápido fechamento das entrelinhas no menor espaçamento testado – já no estágio V4. O espaçamento mais amplo permite maior penetração de luz e agrotóxicos no dossel, conferindo maior sobrevivência das folhas próximas do solo. Por outro lado, vários trabalhos **têm demonstrado a possibilidade de aumentar a produtividade de grãos com a redução do espaçamento**, pois há incremento no aproveitamento da luz nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura. Esse fato reflete em maior produção de fitomassa (Wells, 1991), maior índice de área foliar (Cox e Cherney, 2011), aumento do número de flores por área (Ventimiglia et al., 1999) e maior produtividade de grãos (Rambo et al., 2003). Nesse sentido, verifica-se que a resposta ao espaçamento entre as fileiras é muito dependente da cultivar e do ambiente de cultivo.

Na literatura cita-se a possibilidade de haver menores perdas de produtividade de soja frente ao déficit hídrico com a redução do espaçamento entre as fileiras (Rambo et al., 2003), em função, principalmente, da

melhor distribuição espacial do sistema radicular das plantas, maximizando a absorção desse recurso. Todavia, na presente pesquisa, em que houve acentuado déficit hídrico na fase de enchimento de grãos, não foi detectada vantagem das plantas cultivadas em espaçamento reduzido, comparativamente ao espaçamento tradicionalmente usado em ambas as cultivares.

A produtividade não foi influenciada pelas cultivares e pelas densidades de semeadura (Tabela 1). Isso indica que embora as duas cultivares tenham características de porte diferentes, ambas apresentam um nível de plasticidade fenotípica suficiente para alterar a sua morfologia e componentes de rendimento a fim de compensar o menor número de plantas por área pela maior produção por planta. Adicionalmente, mesmo em situação de déficit hídrico acentuado no enchimento de grãos, na maior densidade não houve redução de produtividade, em relação às menores densidades.

Conclusões

A produtividade de grãos não foi influenciada pelas cultivares e pela densidade de semeadura, indicando a alta plasticidade fenotípica das cultivares utilizadas.

A redução do espaçamento de 0,5 m para 0,2 m provocou diminuição da produtividade de grãos, na média das três densidades de semeadura e das duas cultivares.

Referências

- BALBINOT JR., A.A. Acamamento de plantas na cultura da soja. **Agropecuária Catarinense**, v.25, n.1, p.40-43, 2011.
- COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.
- COX, W.J.; CHERNEY, J.H.; SHIELDS, E. Soybeans compensate at low seeding rate but not at high thinning rates. **Agronomy Journal**, v.102, p.1238-1243, 2010.

- COX, W.J.; CHERNEY, J.H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. **Agronomy Journal**, v.103, n.1, p.123-128, 2011.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.
- HANNA, S.; CONLEY, S.P.; SHANER, G.E.; SANTINI, J.B. Fungicide application timing and row spacing effect on soybean canopy penetration and grain yield. **Agronomy Journal**, v.100, n.5, p.1488-1492, 2008.
- HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v.65, n.2, p.285-295, 2006.
- LIMA, S.F.; ALVAREZ, R.C.F.; THEODORO, G.F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K.S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e severidade da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, v.28, n.6, p.954-962, 2012.
- RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.405-411, 2003.
- RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.33-40, 2004.
- VENTIMIGLIA, L.A.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L.; PIRES, J.L.F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.195-199, 1999.
- WELLS, R. Soybean growth response to plant density: relationship among canopy photosyntheses, leaf area, and light interception. **Crop Science**, v.31, n.3, p.755-761, 1991.

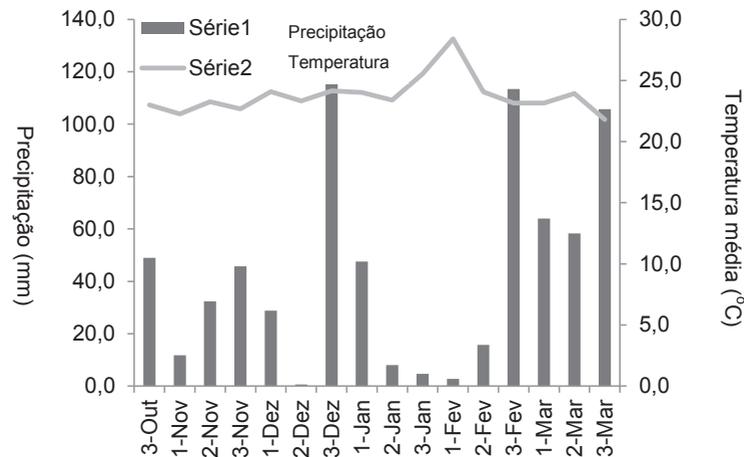


Figura 1. Precipitação pluvial e temperatura média do ar por decêndio, durante a condução do experimento. Londrina, safra 2013/2014

Tabela 1. Produtividade de grãos de soja em diferentes espaçamentos entre fileiras, cultivares e densidades de semeadura. Londrina, safra 2013/2014.

| Espaçamentos (m) | Produtividade (kg ha ⁻¹) |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 0,2 | 1.640 b ¹ |
| 0,5 | 1.962 a |
| Cultivares | |
| BRS 359 RR | 1.861 a |
| BMX Potência RR | 1.741 a |
| Densidade de semeadura (mil sementes viáveis ha ⁻¹) | |
| 150 | 1.725 a |
| 300 | 1.717 a |
| 450 | 1.961 a |
| C.V. (%) | 16,2 |

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Soja *Bt* não afeta o desenvolvimento do Parasitoide *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)

SANZOVO, A.W.S.¹ BORTOLOTTI, O.C.² BUENO, A. DE. F.³ SILVA, G.V.⁴, QUEIROZ, A. P.², RODRIGUES, B. R.², POMARI-FERNANDES⁵, A.; MIKAMI, A.M.² ¹Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Cornélio Procópio, CEP: 86300-000, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. ²Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia, Caixa Postal 19020 - CEP: 81531-980, Curitiba, Paraná, Brasil. ³Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP: 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. ⁴Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Agronomia, Setor de Fitossanidade, Caixa Postal 19020 - CEP: 81531-980, Londrina, Paraná, Brasil. ⁵ Instituto Agronômico do Paraná, Setor de Entomologia Agrícola, Rodovia Celso Garcia Cid, km 37586047-902 - Londrina, Paraná, Brasil.

Introdução

O manejo integrado de pragas tem como uma das suas principais ferramentas o uso de cultivares resistentes a pragas, visando a redução no uso de inseticidas e consequentemente o menor impacto no agroecossistema (LU et al. 2012). Dentre as plantas resistentes, tem grande destaque o processo de transgenia, principalmente com a inserção do gene inseticida de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) que promove a morte das pragas alvo. Visando a redução de dano dos lepidópteros-chave da soja, foi desenvolvido a soja transgênica MON 87701 x MON 89788,

que expressa a proteína inseticida Cry 1Ac. Essa tecnologia já tem a sua eficiência comprovada para os principais lepidópteros da soja (BERNARDI et al., 2012), porém ainda são desconhecidas os efeitos sobre os inimigos naturais.

Uma vez que essa ferramenta visa o combate de lagartas, é possível que outras pragas ganhem ainda mais importância com a redução da competição por espaço e alimento, como é o caso dos percevejos. Atualmente, no Brasil, os percevejos tem sido o grupo de pragas que vem representando a maior preocupação dos agricultores, em razão da baixa eficiência dos inseticidas. Por esse fato, evidencia-se a necessidade da retomada do manejo integrado de pragas, com a integração de outras estratégias para o controle do percevejo-marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). Nesse sentido, o uso de parasitoides de ovos para o combate dos percevejos necessita ser retomado, visando reduzir o uso de inseticidas, assim como restabelecer o equilíbrio no agroecossistema, com a adoção de estratégias de menor impacto ambiental.

O parasitoide *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) apresenta eficiência no parasitismo de ovos de percevejos, principalmente em ovos de *E. heros*. Esse inimigo natural é altamente influenciado pelos voláteis emitidos pelas plantas, principalmente quando infestadas por percevejos (MORAES et al., 2008). Andrade et al. (2009) verificaram que a emissão de voláteis de diferentes linhagens de plantas afetam o parasitismo de *Trichogramma* spp., porém para *T. podisi* não existem informações sobre essa possibilidade. isolinhas A5547 (soja não *Bt*) e MON 87701 x MON 89788 seja isolinhas, o processo de transgenia pode alterar a composição química da planta, e conseqüentemente os voláteis emitidos, afetando assim capacidade de busca dos inimigos naturais. Adicionalmente, é possível que os ovos da praga alimentada em soja *Bt* possa sofrer alterações em sua composição físico-química, alterando também o parasitismo do inimigo natural.

Desse modo, esse estudo objetivou avaliar os possíveis impactos da soja MON 87701 x MON 89788 sobre os parâmetros biológicos do parasitoide de ovos de percevejos *T. podisi*.

Material e métodos

Origem das posturas de *E. heros* e criação de *T. podisi*

As posturas de *E. heros* utilizadas no estudo foram provenientes do laboratório de criação da Embrapa Soja oriundas de câmaras climatizadas do tipo BOD reguladas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR%) de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

Cultivo da soja e preparo do material utilizado nos bioensaios

Foram utilizadas as isolinhas A5547 (soja não *Bt*) e MON 87701 x MON 89788, que expressa a proteína Cry1Ac (soja *Bt*). O material foi semeado em terra esterilizada, dentro de vasos plásticos (8 litros), mantidos em casa de vegetação. No estádio V₂ da soja (FEHR & CAVINESS, 1977), realizou-se a adubação das plantas com fertilizante químico na formulação 0-20-20, de acordo com as recomendações técnicas da região. A umidade dos vasos foi monitorada diariamente e a irrigação das plantas ocorreu por gotejamento sempre que necessário.

As vagens verdes foram coletadas a partir do estádio R₆ (FEHR & CAVINESS, 1977) e ofertadas aos percevejos em ambos os bioensaios.

Bioensaio 1. Aspectos biológicos de *T. podisi* em ovos de *E. heros* alimentados com soja *Bt* e não *Bt*

Para a avaliação dos aspectos biológicos de *T. podisi*, foram separados em média 25 ovos para cada repetição, colados com cola atóxica em cartelas de cartolina branca (0,8 cm x 5 cm). Os ovos foram colocados dentro de um tubo tipo Duran, onde se colocou uma fêmea (idade de até 48 hs) e permitiu-se o parasitismo por 24 h. Após esse período, as cartelas foram retiradas e transferidas separadamente para tubos de vidro de fundo chato (8 cm x 2 cm de Ø), até a emergência dos adultos. Os parâmetros avaliados foram a longevidade das fêmeas parentais (dias), período ovo-adulto (dias), porcentagem de parasitismo, viabilidade de parasitismo (emergência%) e razão sexual.

Bioensaio2. Aspectos biológicos de *T. podisi* desenvolvido em ovos de *E. heros* dispostos sobre folhas e vagens de soja *Bt* e não *Bt*

Nesse bioensaio, foram colocados os ovos de *E. heros* sobre as vagens de soja *Bt* e não *Bt*. Os tratamentos (folha + vagem) foram: soja *Bt* (ausente de percevejos), soja *Bt*(com percevejos), soja não *Bt* (ausente de percevejos) e soja *Bt* (com percevejos). Nos tratamentos com percevejos, foram colocadas três fêmeas em cada Gerbox, onde se alimentaram por 24 horas antes de ocorrer a liberação do parasitoide. Em cada repetição utilizou-se uma fêmea recém-emergida (entre 24 h e 48 h) de *T. podisi* previamente acasalada e individualizada nas caixas Gerbox (vedada com filme plástico). O parasitismo foi permitido por 24 h.

Análise estatística

Os dados foram analisados quanto à normalidade (SHAPIRO & WILK, 1965) e homogeneidade da variância (BURR & FOSTER, 1972) dos tratamentos e sempre que necessários transformados para executar a ANOVA. As médias dos tratamentos então foram comparadas pelo teste de *t* de Student (bioensaio1) e teste de Tukey (bioensaio 2) a 5% de probabilidade (SAS INSTITUTE, 2001).

Resultados e discussão

De forma geral, os estudos demonstraram que a soja *Bt* não afeta os parâmetros biológicos do parasitoide *T. podisi*. No bioensaio1, verificou-se que os parâmetros de longevidade parental, período ovo-adulto, parasitismo (%), viabilidade do parasitismo (%) e razão sexual foi semelhante entre os tratamentos (Tabela 1).

Esse resultado indica que a qualidade nutricional dos ovos da praga não afeta o desenvolvimento de seu inimigo natural. Por exemplo, a taxa de parasitismo foi acima de 70% em ambos os tratamentos, assemelhando-se à taxa de parasitismo alcançada em ovos de *E. heros*, que é o seu hospedeiro preferencial (PACHECO e CORRÊA-FERREIRA, 1998). A razão sexual acima de 80% também pode ser considerada um indicativo de boa qualidade do hospedeiro, uma vez que em condições desfa-

voráveis os parasitoides geralmente dão origem à uma maior população de machos, ao contrário do que foi verificado nesse trabalho.

No segundo bioensaio, foi evidenciado novamente que a soja *Bt* não afeta o desempenho de *T. podisi* (Tabela 2), comprovando assim que as plnats transformadas não interferem na biologia do parasitoide *T. podisi*. O efeito inócuo do *Bt* sobre os inimigos naturais já foi demonstrado em outras pesquisas. Chen et al. (2008) comprovaram que o parasitoide *Diadegma insularis*(Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) não é afetado pela proteína *Bt*, independente da forma com que é ofertado ao inimigo natural.

Alguns estudos têm demonstrado que diferentes cultivares de uma mesma espécie de planta pode comprometer o desempenho de parasitoides de ovos. Nesse sentido, Andrade et al. (2009) verificaram que algumas cultivares de algodão (*Gossypum hirsutum* L.) prejudicaram o desempenho de *Trichogramma* spp., em provavelmente em razão das diferentes características físico-químicas das plantas. Embora as cultivares de soja utilizadas no presente estudo sejam isolinhas, isso não garante que apresentem a mesma composição físico-química, uma vez que o processo de transgenia pode alterar algumas características da planta. Desse modo, o resultado desse estudo sugere que tal comportamento pode variar de acordo com o nível taxonômico estudado, assim como a espécie ou cultivar da planta.

Mesmo nos tratamentos com a presença de fêmeas de *E. heros*, os aspectos biológicos do inimigo natural não foi afetado em razão dos voláteis emitidos pelas injúrias ocasionadas nas vagens verdes (Tabela 2). Esses resultados indicam que a soja *Bt* não prejudica a capacidade de busca dos parasitoides, possibilitando a sua liberação em lavouras onde a tecnologia *Bt* for utilizada pelos produtores. Resultados similares foram obtidos por Turlingset al. (2005), em que não verificaram influência dos voláteis de plantas de milho *Bt* sobre o comportamento das vespas parasitoides *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) e *Microplitis rufiventris* (Hymenoptera: Braconidae).

Embora no presente estudo não tenha sido comparado a atratividade das vagens verdes de soja *Bt* e não *Bt* com e sem percevejos, já é comprovado que o parasitoide *T. podisi* responde às vagens quando infestadas pela praga, em razão da maior quantidade de voláteis liberada em razão da alimentação do inseto (MORAES et al., 2008). Desse modo, esperava-se que o parasitismo pudesse ser maior nos tratamentos em que havia presença de fêmeas virgens de *E. heros* alimentando-se das vagens verdes de soja, entretanto isso não foi verificado no trabalho. Uma das possíveis razões para isso pode ser o espaço físico restrito para o parasitismo, possibilitando que mesmo as vagens com ausência da praga pudessem apresentar um número de ovos parasitados similar aos tratamentos com a presença da praga.

Com base nesse trabalho, os resultados indicam que não há restrição no uso do parasitoide *T. podisi* quanto ao parasitismo de ovos de *E. heros* alimentados com soja *Bt*, assim como a planta de soja transgênica também não apresenta efeito adverso ou limitação para que o inimigo natural possa parasitar e completar o seu desenvolvimento no ovo do hospedeiro.

Conclusões

A soja *Bt* MON 87701 x MON 89788 não apresenta efeito sobre os aspectos biológicos de *T. podisi*, sendo assim este inimigo natural é uma importante ferramenta a ser utilizada no controle de *E. heros*, independente do cultivo da soja *Bt* ou convencional.

Referências

ANDRADE, G.S., PRATISSOLI, D., TORRES, J.B., BARROS, R., DALVIN, L.P., ZAGO, H.B. Parasitismo de ovos de *Heliothis virescens* por *Trichogramma* spp. pode ser afetado por cultivares de algodão. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 4, p. 569-573, 2009.

BERNARDI, O., G.S. MALVESTITI, P.M. DOURADO, W.S. OLIVEIRA, S. MARTINELLI, G.U. BERGER, G.P. HEAD AND C. OMOTO. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON

87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatilis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**, v.68, p.1083-1091, 2012.

BURR, I.W. e FOSTER, L. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue. 1972. 26 p. (Mimeo Series No. 282.)

CHEN, M., J.Z. ZHAO, H.L. COLLINS, E.D. EARLE, J. CAO., A.M. SHELTON. A critical assessment of the effects of *Bt* transgenic plants on parasitoids. **Plos One**. 3: e 2284, 2008.

FEHR, W. R., CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report v.80).

LU, Y., K.WU, Y. JIANG, Y. GUO and L. DESNEUX. Widespread adoption of *Bt* cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services. **Nature**, v.487, p.362-367, 2012.

MORAES, M.C.B., M. PAREJA, R.A. LAUMANN, C.B. HOFFMANN-CAMPO; M. BORGES. Response of the parasitoid *Telenomus podisi* to induced volatiles from soybean damaged by stink bug herbivory and oviposition. **Journal of Plant Interaction**. v.3, p.1742-1756, 2008.

PACHECO, D. J. P. & CORRÊA-FERREIRA, B. S. Potencial reprodutivo e longevidade do parasitoide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, p.585-591, 1998.

SAS, 2001. User's Guide: Statistics, Version 6e. Cary, 2001. 201p.

SHAPIRO, S.S. e WILK, M.B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v.52, p. 591-611, 1965.

TURLINGS T. C. J. LEANBOURQUIN P. M, HELD M, DEGEN T. Evaluating the induced-odour emission of a *Bt* maize and its attractiveness to parasitic wasps. **Transgenic Research**, v. 14, p. 807-816.

Tabela 1. Bioensaio1. Parâmetros biológicos de *Telenomus podisi* desenvolvido em ovos de *Euschistus heros* alimentados com soja *Bt* (MON 87701 x MON 89788) e não *Bt*.

| Tratamento | Longevidade das fêmeas parentais (d) ¹ | Período ovo - adulto (d) ¹ | Parasitismo (%) ² |
|-----------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| | Soja não <i>Bt</i> | 10,70 ± 1,31 ^{ns} | |
| Soja <i>Bt</i> | 11,44 ± 1,25 ^{ns} | 12,96 ± 0,09 | 85,16 ± 2,26 |
| CV (%) | 24 | 1,67 | 7,71 |
| GL _{resíduo} | 8 | 8 | 8 |
| P | 0,88 | 0,31 | 0,66 |

| Tratamento | Viabilidade do parasitismo (%) ² | Razão Sexual ¹ |
|-----------------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| Soja não <i>Bt</i> | 75,29 ± 3,23 ^{ns} | 0,85 ± 0,02 |
| Soja <i>Bt</i> | 72,79 ± 2,09 | 0,83 ± 0,08 |
| CV (%) | 10,13 | 12,25 |
| GL _{resíduo} | 8 | 8 |
| P | 0,73 | 0,86 |

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna do mesmo estágio de desenvolvimento do inseto não diferem entre si pelo teste de *t* ($p \leq 0,05$). ^{ns} Estatística não significativa. ²Dados transformados em $(\sqrt{X+1})$.

Tabela 2. Bioensaio2. Parâmetros biológicos de *Telenomus podisi* desenvolvido em ovos de *E. heros* dispostos em vagens verdes de soja *Bt* (MON 87701 x MON 89788) e não *Bt*.

| Tratamento | Número de ovos parasitados ¹ | Viabilidade do parasitismo (%) ² | Razão sexual ¹ |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| Soja não <i>Bt</i> | 9,60 ± 1,22 ^{ns} | 66 ± 6,02 ^{ns} | 0,67 ± 0,08 ^{ns} |
| Soja <i>Bt</i> | 9,65 ± 0,82 | 61 ± 2,03 | 0,80 ± 0,05 |
| Soja não <i>Bt</i> com <i>E. heros</i> | 10,90 ± 1,31 | 60 ± 4,01 | 0,83 ± 0,05 |
| Soja <i>Bt</i> com <i>E. heros</i> | 10,32 ± 1,42 | 46 ± 1,04 | 0,72 ± 0,10 |
| CV % | 12,81 | 10,38 | 12,13 |
| GL resíduo | 16 | 16 | 16 |
| P | ≥0,05 | ≥0,05 | ≥0,05 |

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna do mesmo estágio de desenvolvimento do inseto não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ^{ns} Anova não significativa. ²Dados transformados em $(\sqrt{X+1})$.

Preservação em longo prazo do fungo entomopatogênico de lepidópteros, *Nomuraea rileyi* a -20°C

PIOTTO, B.K.¹; SOSA-GÓMEZ, D.R.² ¹Uenp, Bolsista CNPQ/PIBIC- Brasil; ²Embrapa Soja | piotto@cnpso.embrapa.br

Introdução

O controle biológico, através da utilização de microorganismos entomopatogênicos, sem agressão ao ambiente, vem se mostrando uma alternativa eficaz e viável no controle de pragas (Alves 2008). Entre esses microorganismos, o fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson é um agente de controle biológico de lepidópteros pragas de diversas culturas, principalmente de lagartas da família Noctuidae, destacando-se: *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, *Chyso-deixis includens* (Walker, 1859), *Helicoverpa armigera* Hübner, 1805, *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852), *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) e outros lepidópteros pragas importantes da cultura da soja e do algodão. Em condições apropriadas, principalmente umidade elevada, o fungo é capaz de produzir epizootias, podendo reduzir drasticamente populações de pragas, como relatado nos EUA, Brasil, Argentina e Austrália (Corrêa & Smith 1975, Carner 1980, Ignoffo 1981, Lecuona 1990).

No entanto, a epizootia nem sempre ocorre a tempo de evitar que as pragas causem dano econômico à cultura. Este fungo, em condições de cultivo, estocagens e repicagens sucessivas pode ter sua virulência alterada, constituindo, portanto, um entrave para a utilização no controle biológico (Alves, 1998). O método de armazenamento em sílica é de baixo custo, e os insumos utilizados são de fácil disponibilidade. Considerando a falta de informações sobre o armazenamento desse fungo, o presente trabalho teve como objetivo determinar a viabilidade de *N. rileyi* após a preservação a longo prazo em sílica gel a -20°C visando evitar repicagens sucessivas e que a recuperação seja de fácil manuseio.

Material e métodos

Foram utilizados 33 isolados de *N. rileyi*, armazenados em sílica-gel a -20°C entre os anos de 1998 a 2005. A técnica de armazenamento foi descrita por Sinclair et al. (1995). As informações relativas aos isolados podem ser encontradas em Sosa-Gomez (2002). Para avaliar a viabilidade dos isolados utilizou-se o meio de cultura SMAY, 2,5g de neopeptona, 10g de maltose, 2,5g de extrato de levedura, 3,75g de ágar e 250ml de água, e após a diluição dos compostos e esterilização em autoclave a 120°C/20min, foi acrescentado 1% de hemolinfa de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). O meio de cultura foi distribuído em placas de polipropileno esterilizadas (60 mm x 15 mm) utilizando 10ml por placa. Para avaliar a viabilidade, foram depositadas 5 a 6 pedras de sílica com os isolados armazenados. As placas foram mantidas em BOD, no escuro, com temperatura constante de 26°C. A avaliação da viabilidade se realizou após 15 dias de incubação. Cada placa foi considerada uma repetição e para cada isolado armazenado foram utilizadas seis placas. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado. Para avaliação da viabilidade foram atribuídas notas considerando a seguinte escala: sem crescimento = 0, micélio incipiente = 1, micélio pouco desenvolvido = 2, micélio com crescimento médio = 3, micélio bem desenvolvido = 4 e micélio abundante = 5. A mesma escala foi utilizada considerando os níveis de esporulação. As notas foram analisadas por estatística não paramétrica, utilizando-se

para as comparações o teste de Dunnett considerando como isolado controle CNPSO-Nr149 devido a que permaneceu viável por um período prolongado.

Resultados e discussão

De forma geral, os 33 isolados de *N. rileyi* apresentaram crescimento micelial (Fig.1) e não foram observadas diferenças significativas entre eles. Entretanto, o armazenamento não afetou a capacidade de formar conídios de todos os isolados por igual (Fig.2). É interessante destacar que o isolado CNPSO-Nr149, armazenado durante 15 anos e 8 meses, foi o fungo armazenado por mais tempo e foi o que apresentou maior esporulação. O único isolado que apresentou crescimento mas sua capacidade conidiogênica foi severamente afetada foi o CNPSO-Nr32, armazenado por 14 anos e 9 meses. A tabela 1 retrata os isolados com seus respectivos meses de armazenamento.

A técnica de armazenamento em sílica gel a -20°C é de custo reduzido e não há necessidade de preocupação permanente como no caso de armazenamento em N₂ líquido. Adicionalmente, o armazenamento mediante liofilização parece não ser uma técnica adequada para *N. rileyi*. FARIA et al. (1999), demonstraram uma redução evidente da viabilidade dos conídios de *N. rileyi* quando foi preservada liofilizada por um período variável entre 16 e 18 meses.

Conclusões

O armazenamento de isolados de *N. rileyi* em sílica gel a -20°C foi apropriado para a preservação por períodos prolongados, entre 8,3 e 15,6 anos.

Referências

ALVES, S. B.; LOPES, R, B. **Controle microbiano de pragas na América Latina, avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, 414p, 2008.

ALVES, S.B. (Coord.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ. 1163p. 1998.

CORRÊA, B. S.; SMITH, J. G. *Nomuraea rileyi* attacking the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Huebner, in Paraná. **The Florida Entomologist**, v. 58, n.4, p. 280, 1975.

DUNETT, C.W. A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. **Journal of the American Statistical Association**, v.50, p. 1096-1121, 1955.

FARIA, M. R. MARTINS I.; MELLO, R; TIGANO, M. S. Entomopathogenic fungal (Hyphomycetes) collection: Assessment of conidial viability. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.8, p.1497-1503, 1999.

GOOS, R.D.; DAVIS, E.E.; BUTTERFIELD, W. Effect of warming rates on the viability of frozen fungous spores. **Mycologia**, v.59, p.58-66, 1967.

LOPEZ-LASTRA, C.C., BOUCIAS, D.G. Studies on the cellular reactions of *S. exigua* larvae infected with the fungus *N. rileyi*. **The Journal of Invertebrate Pathology**, v.63, 101-102, 1994.

SINCLAIR, J.B. DHINGRA, O.D. **Basic plant pathology methods**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 448.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. da (Org.). **Fungos entomopatogênicos: catálogo de isolados**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 32 p. (Embrapa Soja. Documentos, 188).

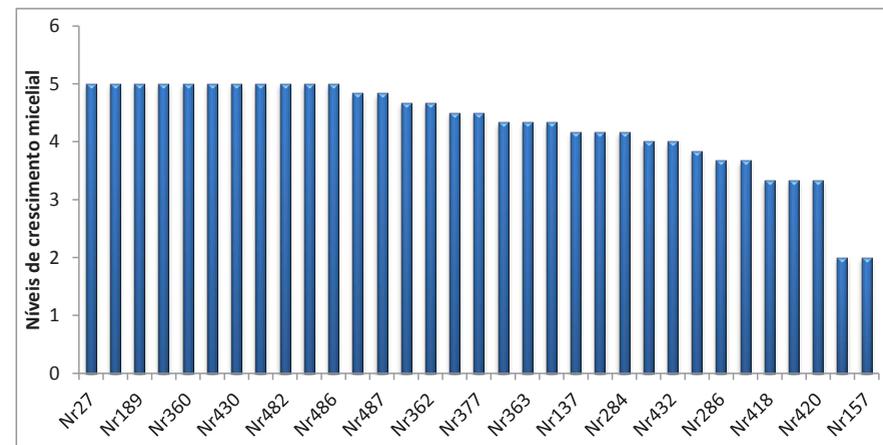


Figura 1. Crescimento micelial de diferentes isolados de *Nomuraea riley* (Nr) em meio SMAY, após armazenamento com sílica gel por um período variável entre 9 e 15,7 anos a -20°C . Colunas da mesma cor não apresentam diferenças significativas pelo teste de Dunnett.

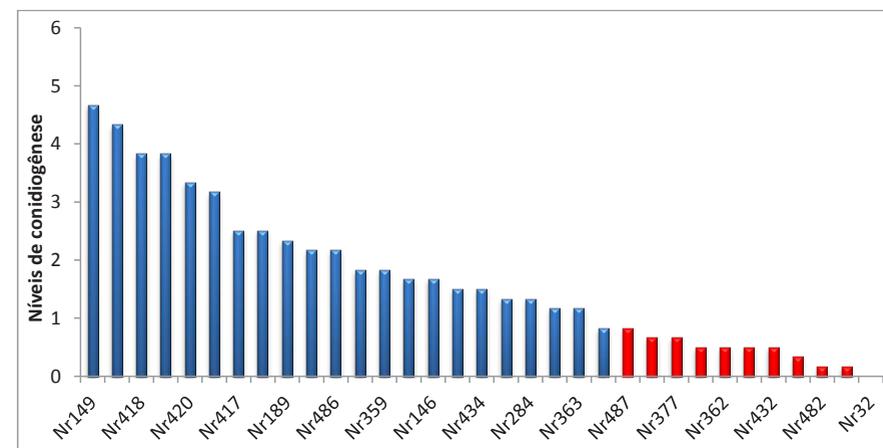


Figura 2. Conidiogênese de diferentes isolados de *Nomuraea riley* (Nr) em meio SMAY após armazenamento com sílica gel por um período variável entre 9 e 15,7 anos a -20°C . Colunas de cores diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Dunnett.

Tabela 1- Isolados de *Nomuraea riley* com os respectivos meses de armazenamento.

| Isolado | Meses de Armazenamento |
|---------|------------------------|
| Nr 10 | 110 |
| Nr 27 | 177 |
| Nr 32 | 177 |
| Nr 137 | 184 |
| Nr 146 | 184 |
| Nr 149 | 188 |
| Nr 157 | 184 |
| Nr 172 | 180 |
| Nr 173 | 180 |
| Nr 189 | 180 |
| Nr 284 | 167 |
| Nr 286 | 153 |
| Nr 287 | 167 |
| Nr 359 | 153 |
| Nr 360 | 156 |
| Nr 362 | 156 |
| Nr 363 | 156 |
| Nr 377 | 155 |
| Nr 417 | 142 |
| Nr 418 | 142 |
| Nr 419 | 142 |
| Nr 420 | 142 |
| Nr 421 | 142 |
| Nr 430 | 132 |
| Nr 431 | 132 |
| Nr 432 | 132 |
| Nr 433 | 133 |
| Nr 434 | 132 |
| Nr 481 | 108 |
| Nr 482 | 108 |
| Nr 485 | 100 |
| Nr 486 | 100 |
| Nr 487 | 100 |

Desenvolvimento de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) em grãos de milho convencional sob diferentes temperaturas

TONSIC, D.H.¹; POMARI, A.F.²; BORTOLOTTI, O.C.³; SILVA, G.V.⁴; YATIE, A.M.³; VELANI, P.D.⁵; BUENO, A. DE F.⁶; ¹Centro Universitário Filadélfia, Av. Juscelino Kubitschek, 1626 – Caixa Postal 196 – CEP - 86020-000 – Londrina PR; ²Instituto Agronômico do Paraná, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – CEP - 86047-902 – Londrina PR; ³Universidade Federal do Paraná, Rua XV de Novembro, 1299 – CEP - 80060-000 – Curitiba PR; ⁴Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, km 380 – CEP - 86057-970 Londrina PR; ⁵Universidade Norte do Paraná, Rua Marselha, 145 – CEP – 86041-140 Londrina PR ; ⁶Embrapa-CNPSO, Rodovia Carlos João Strass – Caixa Postal 231 – CEP – 86001- 970 Londrina PR.

Introdução

A lagarta da maçã, *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) é uma severa praga do algodoeiro. É considerada uma espécie polífaga com capacidade de se desenvolver em vários hospedeiros, como: tabaco, tomate, girassol e feijão, sendo o algodoeiro sua principal planta hospedeira. No entanto há registros desta praga em plantas de soja, determinando a espécie grande potencial para a sua proliferação (DOMINGUES, 2011, STINNER et al., 1980).

Esta espécie apresenta distribuição em toda a América, desde a Bolívia e Peru até o Sul do Canadá (DOMINGUES, 2011). Sua ampla distribui-

ção e seu hábito polífago proporcionaram adaptação a outros hospedeiros durante o ano todo. Desta forma, inicialmente, foi verificada a presença da praga no sistema de rotação de culturas entre soja e algodão, ocasionando danos principalmente nas fases posterior ao florescimento onde destroem folhas, flores, vagens e grãos (DOMINGUES, 2011).

Ainda não são conhecidos os fatores que levaram a adaptação de *H. virescens* na cultura da soja, mas, é provável que a aplicação de inseticidas de amplo espectro na cultura possa ter favorecido a adaptação de pragas secundárias ao eliminar os inimigos naturais do agroecossistema.

Assim, associando-se a disseminação da praga ao sistema de rotação de culturas, no estado do Paraná é possível que a mesma se adapte ao milho, por exemplo, visto que esta é uma cultura plantada o ano todo (Safrinha e Safrinha/Inverno), o que pode favorecer e proporcionar condições para o inseto atravessar pontes biológicas entre os ciclos produtivos e assim encontrar condições de proliferação e tornar-se uma espécie bastante frequente em plantas de milho.

Aliado a cultivo anual da cultura do milho, um dos fatores que pode influenciar a população de *H. virescens* no seu desenvolvimento, sobrevivência e reprodução é a temperatura (SOUZA, 1981). Para tanto, este trabalho objetivou avaliar a influência da temperatura sobre os aspectos biológicos de *H. virescens*, alimentada com grãos de milho.

Material e métodos

Esse estudo foi realizado na Embrapa Soja – Londrina/PR. As lagartas de *H. virescens* utilizadas no experimento foram provenientes da criação da própria instituição. O desenvolvimento das lagartas foi avaliado em três temperaturas: $25 \pm 2^\circ$, $28 \pm 2^\circ$ e $31 \pm 2^\circ\text{C}$, em câmaras climatizadas do tipo BOD, com umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 10 repetições compostas por 7 lagartas individualizadas, totalizando 70 lagartas. Como fonte de alimento foi ofertado grãos de milho convencional (2B688).

Lagartas recém-eclodidas foram individualizadas em copos parafinados de 50 mL em cada tratamento (temperatura), com auxílio de um pincel de ponta fina (0,6 mm). Diariamente foi avaliado o instar larval, e a taxa de mortalidade, até atingirem a fase de pupa.

Quando os insetos atingiram o 6º instar, foi comparado o consumo de grãos de milho, com a pesagem diária do alimento (antes de ser ofertado e 24 horas depois). O peso de grãos consumido foi corrigido através do uso de uma testemunha (com ausência de lagarta), onde se registrou uma perda média de 7% do peso total.

No intervalo de 24 horas após os insetos atingirem a fase de pupa, as mesmas foram pesadas com uso de balança analítica. Posteriormente foi observada a duração no período de pupa, e a sua viabilidade. Após a emergência foi definido a razão sexual, e a partir das posturas das fêmeas, procedeu-se a coleta dos ovos para avaliação da fecundidade e viabilidade.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade e independência dos resíduos, a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo para permitir a aplicação da Análise de Variância (ANOVA). As comparações múltiplas de médias foram realizadas pelo teste de Tukey, ($p \leq 0,05$). O programa estatístico utilizado para a análise dos dados foi Statistical Analysis System (SAS institute, 2001).

Resultados e discussão

Apesar de *H. virescens* ser reconhecida como uma praga do algodoeiro (DOMINGUES, 2011), até o presente estudo ainda não havia informações sobre a utilização de milho como alimento para esta espécie. Desta forma, este estudo revelou que o milho convencional (2B688) é uma fonte de alimento que proporciona as condições para o desenvolvimento de *H. virescens*.

O maior período de desenvolvimento larval foi observado nas menores temperaturas (25° e 28°C) (Tabela 1). A maior duração do instar

larval pode ser uma maneira de sobrevivência adotada pela espécie, para garantir um maior tempo de vida através da economia de energia (SOUZA, 2001).

A taxa de mortalidade larval não diferiu entre os tratamentos (Tabela 2), demonstrando que as temperaturas avaliadas não afetam a sobrevivência da espécie. Desta forma, é importante destacar que *H. virescens* é capaz de se desenvolver em uma ampla faixa térmica, possibilitando o deslocamento entre os cultivos em diferentes épocas do ano.

Observou-se também que quando ofertado os grãos de milho, o consumo foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura (Tabela 3). Provavelmente essa relação é explicada por conta da maior perda de energia em temperaturas mais baixas, a qual seria compensada através da alimentação mais frequente (RODRIGUES, 2004).

Apesar da diferença verificada no consumo, as pupas de *H. virescens* não apresentaram diferença nos parâmetros peso, viabilidade e razão sexual (Tabela 4). No entanto, o período pupa-adulto inversamente proporcional ao aumento da temperatura (Tabela 4). Tal fato deve-se ao aumento da taxa metabólica com a elevação da temperatura, diminuindo assim o período de pupa. A não interferência da temperatura no estágio de pupa de *H. virescens*, corroboram com os resultados verificados por Souza et al., (2001) onde a viabilidade e a razão sexual das pupas são semelhantes tanto a 25 como a 30°C.

A fecundidade não foi influenciada pela temperatura, em contrapartida a viabilidade dos ovos sofre influência direta deste fator abiótico sendo que, a 31°C, não foi verificada eclosão das lagartas (Tabela 5). Paralelamente a esses resultados, Souza (1981) obteve resultados semelhantes em relação ao número de ovos colocados por fêmea de *H. virescens* nas diferentes temperaturas. Com relação a viabilidade, estudos com outra espécie de noctuídeo (*Spodoptera frugiperda*) apontam a baixa viabilidade dos ovos em temperaturas elevadas (LOPES et al 2008).

Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que *H. virescens* pode se alimentar e completar o seu desenvolvimento em grãos de milho e as temperaturas de 25° e 28°C são ideais para o desenvolvimento da espécie.

Referências

- ALBERNAZ, K. C. **Suscetibilidade a proteína Cry1Ac e estrutura genética em população de *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil**. 2011. 83f. Tese (Doutorado em Etmologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2011.
- DOMINGUES, F. A. **Variabilidade genética em populações de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil inferida por marcadores microssatélites**. 2011. 84f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2011.
- FRANCHINI, J. C. COSTA, J. M. DEBIAS, H. TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a reprodução agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa soja, 2011. 52p. Disponível em http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc_327-VE.pdf acesso em 25 abr. 2014.
- GALLO, D. et.al. 2002. **Entomologia agrícola**. FEALQ, Piracicaba. 920p
- LOPES, G. S. LEMOS, R. N. S. MACHADO, K. K. G. MACIEL, A. A. S. OTTATI, A. L. T. **Biologia de *Spodoptera frugiperda*. (J. SMITH)(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ). *Caatinga (Mossoró, Brasil)*, v.21, n.3, p. 134-140, julho/setembro de 2008.**
- RODRIGUES, W. C. **Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos**. Info insetos, v. 1, n. 4, p. 1-4. Disponível em: www.entomologistasbrasil.cjb.net.

SAS, 2001. **User's Guide: Statistics**, Version 6e. Cary, 2001. 201p.

Shapiro, S.S. and Wilk, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality. **Biometrika** 52, 591-611.

SOUZA, A. M. L. AVILA, C. J. PARRA, J. R. P. Ecologia, comportamento e bionomia: Consumo e utilização de alimento por *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae), *Heliothis virescens* (Fabr.) e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas temperaturas. **Neotropical Entomology** 30(1): 11-17 (2001).

SOUZA, A. R. R. **Biologia comparada de *Heliothis virescens* (Fabricius 1781) (Lepidoptera-Noctuidae), A diferentes temperaturas, em meios natural e artificial**. 1981. 87f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1981.

STINNER, R.E.; BRADLEY, J.R.; VAN DUYN, J.W. Sampling *Heliothis* spp. on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Spring-Verl

Tabela 1. Período de desenvolvimento larval (dias) de *Heliothis virescens* alimentada com grãos de milho em diferentes temperaturas. (UR: 70 ± 10%; Fotofase: 14 h)

| Temperatura | 1º ínstar ¹ | 2º ínstar ¹ | 3º ínstar ¹ | 4º ínstar ¹ | 5º ínstar ¹ | 6º ínstar ¹ | Total ^{1,2} |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| 25°C | 1,07 ± 0,05* | 1,82 ± 0,08 b | 3,04 ± 0,14* | 2,19 ± 0,09* | 2,20 ± 0,14* | 2,98 ± 0,34 a | 13,45 ± 0,56 a |
| 28°C | 1,06 ± 0,03 | 2,15 ± 0,08 a | 2,88 ± 0,20 | 2,12 ± 0,16 | 2,43 ± 0,12 | 2,22 ± 0,19 ab | 12,63 ± 0,32 a |
| 31°C | 1,04 ± 0,04 | 1,63 ± 0,10 b | 2,72 ± 0,17 | 1,79 ± 0,13 | 2,12 ± 0,11 | 1,44 ± 0,18 b | 10,47 ± 0,35 b |
| CV(%) | 10,20 | 11,94 | 15,66 | 18,10 | 14,38 | 29,49 | 3,54 |
| p | 0,8849 | 0,0012 | 0,1920 | 0,0013 | 0,1920 | 0,0013 | 0,0001 |
| F | 0,12 | 9,95 | 0,88 | 0,51 | 1,81 | 9,77 | 15,16 |
| GL _{modelo} | 2 | 2 | 2 | 12 | 2 | 2 | 2 |
| GL _{resíduo} | 18 | 18 | 18 | 20 | 18 | 18 | 18 |

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade). ²Resultados originais seguidos da análise realizados com os dados transformados em arcoseno log x. *ANOVA não significativa.

Tabela 2. Viabilidade larval (%) de *Heliothis virescens* alimentada com grãos de milho em diferentes temperaturas. (UR: 70 ± 10%; Fotofase: 14 h).

| Temp. | 1º ínstar ^{1,2} | 2º ínstar ^{1,2} | 3º ínstar ^{1,2} | 4º ínstar ^{1,2} | 5º ínstar ^{1,2} | 6º ínstar ^{1,2} | Total ^{1,2} |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| 25°C | 98,57 ± 0,01* | 94,29 ± 0,03 a | 89,42 ± 0,04 a | 97,14 ± 0,03* | 98,57 ± 0,01* | 100,00 ± 0,00* | 67,14 ± 0,07* |
| 28°C | 97,14 ± 0,02 | 81,43 ± 0,02 b | 92,86 ± 0,04 ab | 95,71 ± 0,04 | 97,14 ± 0,02 | 92,86 ± 0,03 | 54,29 ± 0,06 |
| 31°C | 91,43 ± 0,04 | 92,86 ± 0,05 a | 94,97 ± 0,02 b | 92,86 ± 0,02 | 98,57 ± 0,01 | 95,86 ± 0,02 | 65,71 ± 0,05 |
| CV(%) | 3,91 | 5,51 | 4,96 | 4,14 | 2,17 | 2,85 | 13,80 |
| p | 0,1708 | 0,0382 | 0,0276 | 0,5682 | 0,7643 | 0,0675 | 0,3015 |
| F | 1,95 | 3,94 | 4,41 | 0,58 | 0,27 | 3,14 | 1,28 |
| GL _{modelo} | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| GL _{resíduo} | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade). ²Resultados originais seguidos da análise realizados com os dados transformados em arcsen $\sqrt{(x/100)}$. *ANOVA não significativa.

Tabela 3. Consumo (g) de *Heliothis virescens* alimentada com grãos de milho em diferentes temperaturas. (UR: 70 ± 10%; Fotofase: 14 h)

| Temperatura | Consumo ¹ |
|-----------------------|----------------------|
| 25°C | 3,34 ± 0,29 a |
| 28°C | 3,01 ± 0,30 ab |
| 31°C | 2,03 ± 0,33 b |
| CV(%) | 28,97 |
| p | 0,0191 |
| F | 4,97 |
| GL _{modelo} | 2 |
| GL _{resíduo} | 18 |

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade).

Tabela 4. Peso pupal (g), período de desenvolvimento pupa-adulto (dias), emergência (%) e razão sexual de *Heliothis virescens* alimentada com grãos de milho em diferentes temperaturas. (UR: 70 ± 10%; Fotofase: 14 h)

| Temperatura | Peso pupal ¹ | Período pupa-adulto ¹ | Emergência ^{1,2} | Razão sexual ¹ |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 25°C | 0,21 ± 0,00* | 15,33 ± 0,16 a | 75,71 ± 0,07* | 0,38 ± 0,11* |
| 28°C | 0,20 ± 0,01 | 14,19 ± 0,26 b | 78,00 ± 0,08 | 0,50 ± 0,11 |
| 31°C | 0,23 ± 0,01 | 7,45 ± 0,21 c | 89,29 ± 0,05 | 0,41 ± 0,08 |
| CV(%) | 8,97 | 4,56 | 11,58 | 63,41 |
| p | 0,0722 | <0,0001 | 0,3382 | 0,6879 |
| F | 3,05 | 402,01 | 1,15 | 0,38 |
| GL _{modelo} | 2 | 2 | 2 | 2 |
| GL _{resíduo} | 18 | 18 | 18 | 18 |

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade). ²Resultados originais seguidos da análise realizados com os dados transformados em arcsen $\sqrt{(x/100)}$. *ANOVA não significativa.

Tabela 5. Número de ovos/fêmea e viabilidade (%) de *Heliothis virescens* alimentada com grãos de milho em diferentes temperaturas. (UR: $70 \pm 10\%$;

Fotofase: 14 h)

| Temperatura | Número de ovos ¹ | Viabilidade ^{1,2} |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 25°C | 61,11 ± 16,43* | 47,33 ± 0,08 a |
| 28°C | 50,44 ± 21,21 | 28,78 ± 0,03 a |
| 31°C | 98,89 ± 20,18 | 0,00 ± 0,00 b |
| CV(%) | 68,69 | 59,68 |
| p | 0,1022 | <0,0001 |
| F | 2,51 | 20,03 |
| GL _{modelo} | 2 | 2 |
| GL _{resíduo} | 24 | 24 |

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade). ²Resultados originais seguidos da análise realizados com os dados transformados em arcoseno $\arcsen \sqrt{(x/100)}$. *ANOVA não significativa.

Efeito do volume de calda, adjuvante e horário de aplicação sobre a eficiência de controle de percevejos em soja.

FERRARI, F.¹; ROGGIA, S.²; FELIX, L.F.³ | ¹ Centro Universitário Filadélfia; ² Embrapa Soja; ³ Inquima Ltda.

Introdução

A soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil e apresenta grande importância econômica e social para o país. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de soja do mundo. O sucesso desta cultura agrícola no Brasil deve-se aos avanços tecnológicos ligados ao uso de cultivares adaptadas e de alta produtividade, a mecanização e o conhecimento de estratégias adequadas de manejo cultural e fitossanitário, bem como, a ampliação da área cultivada.

Das pragas que ocorrem em soja os percevejos são os que têm sido responsáveis pela maior preocupação quanto aos danos causados e a dificuldade de controle. Falhas de controle, populações resistentes aos inseticidas utilizados, falta de rotação de culturas e desequilíbrio do sistema produtivo tem sido citado como causas das elevadas

densidades populacionais de percevejos em soja em diversas regiões produtoras.

A eficiência do controle de pragas está relacionada a vários fatores, entre eles a adequação da tecnologia de aplicação utilizada. Novas pontas de aplicação, assistência de ar, maior autonomia dos pulverizadores, controle setorizado das barras de pulverização, interface com mapas de pulverização estão entre as tecnologias que equipam as gerações mais recentes de pulverizadores agrícolas.

A utilização de adjuvantes a calda de pulverização pode modificar várias características físico-químicas da calda de pulverização, destacam a tensão superficial, a tenacidade e o pH da calda como as principais (CUNHA E ALVES 2009).

Além da ação dos adjuvantes, outros fatores relacionados à tecnologia de aplicação, como volume de calda, ponteira, tipo de emissor e condições ambientais, podem ter efeito sobre o padrão de deposição da calda e conseqüentemente sobre a eficiência de controle do produto pulverizado. Para a maior parte das pulverizações considera-se que a eficiência de cobertura do alvo, obtida pelo método de pulverização empregado, é o principal fator para a qualidade da aplicação (OZEKI; KUNZ, 1998).

Neste contexto o objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da redução do volume de calda, adição de adjuvante e horário de aplicação sobre a eficiência de controle de *Euschistus heros* (percevejo-marrom) e *Dichelops melacanthus* (percevejo-barriga-verde) em soja.

Material e métodos

O experimento foi realizado em lavoura comercial, em Paiçandu – PR, durante a safra 2012/13. Sete tratamentos foram compostos pela combinação de diferentes volumes de calda, adição de adjuvante ou não, e horário de pulverização: (T1) volume de calda 100 L/ha, com adjuvante, com aplicação feita de manhã; (2) volume de calda 75 L/ha, com adjuvante, com aplicação feita de manhã; (3) volume de calda 50 L/

ha, com adjuvante, com aplicação feita de manhã; (4) volume de calda 50 L/ha, sem adjuvante, com aplicação feita de manhã; (5) volume de calda 50 L/ha, com adjuvante, com aplicação feita de tarde; (6) volume de calda 50 L/ha, sem adjuvante, com aplicação feita a tarde; (7) testemunha, sem nenhum tipo de aplicação.

Foi utilizado o inseticida Engeo Pleno, produto da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. situada em São Paulo-SP, que apresenta como grupo químico um neonicotinóide, que é o tiametoxam, e um piretróide, lambda-cialotrina, na dosagem de 250mL/ha. Foi utilizado o adjuvante TA-35 (lauril éter sulfato de sódio) da Inquima situada em Cambé-PR, na dose de 50mL/ha. A aplicação foi realizada com um pulverizador autopropelido, com velocidade de deslocamento de aproximadamente 10 Km/h. Diferentes pontas de aplicação e pressões de trabalho foram utilizadas para se obter cada um dos volumes de calda.

Para a avaliação de deposição e penetração da calda de pulverização foram instalados cartões hidrossensíveis em diferentes alturas da planta, em 4 pontos por parcela. Os cartões foram grampeados na face adaxial de folhas do terço inferior, médio e superior imediatamente antes da pulverização. Após a realização da pulverização os cartões foram recolhidos e armazenados em local seco. Posteriormente os cartões foram escaneados e lidos pelo programa Gotas, desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária e Embrapa Meio Ambiente para cálculo do tamanho médio de gotas e número de gotas por cm². Por ocasião da pulverização dos tratamentos foi medida a temperatura e umidade relativa do ar, e a velocidade do vento.

O experimento foi iniciado quando a soja estava no estágio R₃, quando a infestação natural ultrapassou a densidade média de 1 percevejo por metro linear (nível de controle para lavoura de sementes). O experimento foi instalado em faixa (split block), sendo que cada tratamento foi aplicado em uma faixa de 42x42m, equivalente a duas vezes a largura do pulverizador. Cada tratamento teve 16 repetições, cada uma composta por um ponto amostral com 2 batidas de pano. Os pontos foram

uniformemente distribuídos dentro de cada faixa, com distância de 10,50m entre si, formando uma malha regular.

Para amostragem dos percevejos foi utilizado o método do pano-de-batida, amostrado um metro de linha de soja. Foi realizada uma amostragem prévia, 2 dias antes da pulverização, e amostragens posteriores aos cerca de 4, 7, 12 e 18 dias após a pulverização. Foram quantificados conjuntamente adultos e ninfas de 3º a 5º instar (ninfas grandes), que causam danos a planta.

Com os resultados obtidos foi realizado o teste de Duncan a 5% de significância, e os dados foram transformados por $(x + 0,5)^{0,5}$ para normalização.

Resultados e Discussão

As melhores eficiências e controle de percevejos foram observadas nos tratamentos com volume de calda de 50 L/ha, com adjuvante, aplicado tanto pela manhã como a tarde, sendo os únicos tratamentos que atingiram 80% de eficiência, tanto para o percevejo-marrom (Figuras 1) como para o complexo de percevejos, percevejo-marrom e percevejo-barriga-verde (Figura 2).

Os adjuvantes podem modificar as propriedades da calda melhorando a qualidade das gotas, aumentando o espalhamento e a adesão da calda a superfície foliar (KISSMANN, 1998).

Tais características podem acelerar a absorção do produto reduzindo sua exposição a fatores ambientais de degradação/perda como radiação solar, temperatura e lavagem pela chuva (DEBORTOLI, 2008).

As melhorias das características da calda e deposição da pulverização nas plantas pela adição de adjuvantes pode resultar em aumento da eficiência de controle de inseticidas, como observado, entre outros, para tripes em feijoeiro (COSTA et al., 2010) e para ácaros em soja (ARNE-MANN et al., 2006).

As menores densidades de percevejos (Tabela 1) foram observadas nos tratamentos com volume de calda de 75L/ha e 50L/ha, pulverizados pela manhã e com a adição de adjuvante. Sendo que estes tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha (sem aplicação) e do tratamento com volume de calda de 50L/ha, pulverizado pela manhã e sem adjuvante.

Comparando os quatro tratamentos aplicados pela manhã nota-se que é possível reduzir o volume de calda até 50L/ha, sem perdas significativas de eficiência, porém neste caso é indispensável o uso de adjuvante. As avaliações das gotas realizadas com cartão hidrossensível indicaram que com a redução do volume de calda houve redução do tamanho médio de gotas e maior deposição de gotas no interior da planta, tais características permitem melhor eficiência de controle de percevejos, pois o inseticida utilizado é sistêmico apenas no sentido ascendente e acropetal e os percevejos-alvo estão presentes tanto nas partes baixas como no topo das plantas de soja. A faixa de tamanho ótimo de gotas varia de acordo com cada alvo que se quer atingir, mas de modo geral as gotas pequenas (4 a 150 micrômetros) são as que apresentam melhores resultados (KORNIS, 1998; CHAIM, 1998). Para permitir a redução do volume de calda para 50L/há é importante também realizar o ajuste correto da pressão e ponta de aplicação, para garantir uma boa deposição de calda na planta, bem como, considerar os fatores ambientais para evitar perdas por deriva (ação do vento) ou por extinção da gota (devido à altura excessiva da barra, baixa umidade e elevada temperatura do ar).

Comparando os tratamentos com volume de calda de 50L/há aplicados nos diferentes horários do dia, observa-se que este volume de calda quando acompanhado do adjuvante mantém bons níveis de eficiência mesmo quando aplicado à tarde, quando as condições meteorológicas estavam menos favoráveis (Figura 3). A adição de adjuvante a calda de pulverização contribui para a redução significativa a densidade populacional da praga e, nas condições do presente experimento, foi mais determinante para o bom desempenho dos tra-

tamentos do que a variação da temperatura, umidade e vento entre o período da manhã e da tarde.

Conclusão

Com a utilização de técnicas adequadas é possível reduzir o volume de calda de pulverizações para 50 L/ha, sem perda de eficiência de controle de percevejos em soja, mesmo em pulverizações realizadas durante o período da tarde, quando as condições meteorológicas estão menos favoráveis. A utilização de adjuvante é essencial para o controle de percevejos utilizando volume de calda de 50 L/ha.

Referências

ARNEMANN, J.A.; GUEDES, J.V.C.; STURMER, G.R.; KUSS, R.C.R.; ROGGIA, S.; STECCA, C.S.; SANTOS, J.C. dos. Acaricidas e óleo mineral no controle de ácaros em soja. In: Jornada Acadêmica Integrada, 21., 2006, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM (em CD-ROM), 2006.

CHAIM, A. Aperfeiçoamento de bico de pulverização eletrostática para geração de gotas com alto nível de carga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.463-470, 1998.

COSTA, G.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; JESUS, F.G. de; CHAGAS FILHO, N.R. Efeito do uso de óleos vegetais, associados ou não a inseticida, no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) e *Thrips tabaci* (Lindeman, 1888), em feijoeiro, na época "das águas". **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.1, p.15-23, 2010.

CUNHA, J.P.A.R. da; ALVES, G.S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciencia**, v.34, n.9, 2009.

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Gotas: sistema de análise de deposição de agrotóxicos. Versão 1.0. Disponível em: <<https://repositorio.agrolivre.gov.br/projects/gotas>> .

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S.H.B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.39-51

KORNIS, N.D.Q. **Gotas de ótimo efeito biológico** – influência do vôo noturno no tamanho de partículas. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S.H.B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.79-86.

DEBORTOLI, M.P. **Efeito do "rainfastness" e adjuvante na aplicação de fungicidas foliares em cultivares de soja**. 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. Tecnologia de aplicação aérea – aspectos práticos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 65-78.

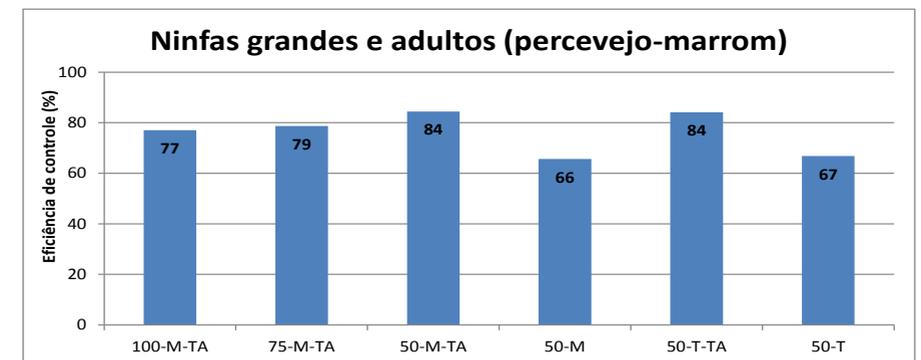


Figura 1. Eficiência de controle de diferentes tecnologias de aplicação, com volumes variáveis de 50 a 100 L/ha, com ou sem aplicação de adjuvantes com aplicações de manhã e tarde sobre o percevejo-marrom. Paçandu, PR, safra 2012/13. 100, 75 e 50 indicam o volume de calda (L/ha) utilizado; M/T indica a realização da pulverização pela manhã/tarde; TA indica a utilização do adjuvante TA-35 em mistura com o inseticida.

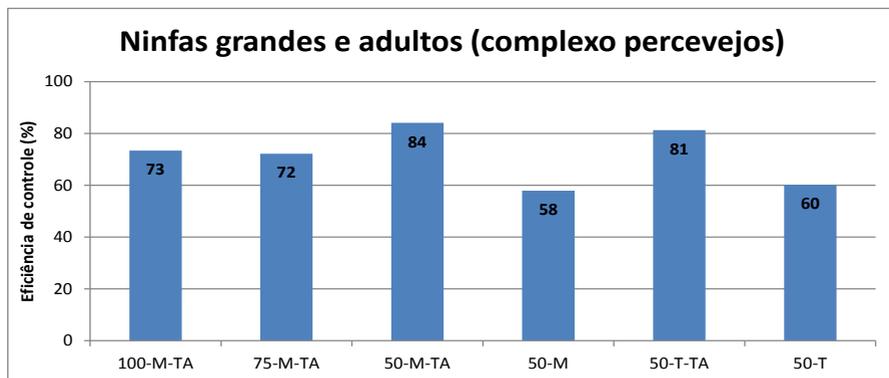


Figura 2. Eficiência de controle de diferentes tecnologias de aplicação sobre o complexo de percevejos da soja: percevejo-marrom (88%) e percevejo-barriga-verde (12%). Paçandu, PR, safra 2012/13. 100, 75 e 50 indicam o volume de calda (L/ha) utilizado; M/T indica a realização da pulverização pela manhã/tarde; TA indica a utilização do adjuvante TA-35 em mistura com o inseticida.

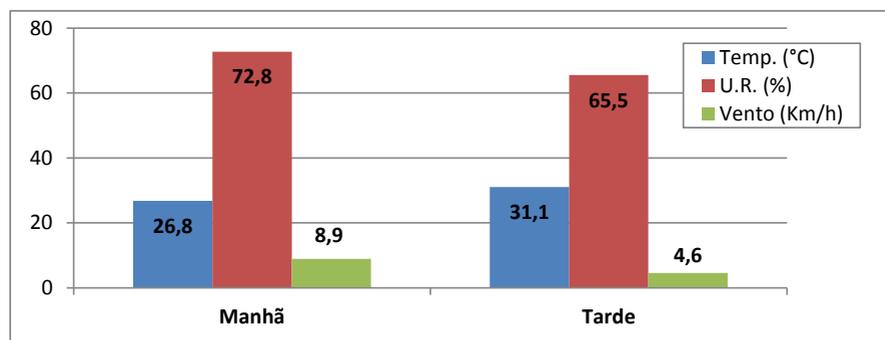


Figura 3. Dados meteorológicos registrados durante a pulverização dos tratamentos em campo. Paçandu, PR, safra 2012/13.

Tabela 1. Densidade acumulada diária de percevejos no período de avaliação, de 9 a 23 de janeiro de 2013, sob diferentes tecnologias de aplicação de inseticida. Paçandu, PR. Safra agrícola 2012/13.

| Tratamento | Percevejo-marrom | EPM | Complexo de percevejos |
|-------------------------------|------------------|-------|------------------------|
| 100L/ha, manhã, com adjuvante | 4,42 bc | 1,032 | 5,95 bc |
| 75L/ha, manhã, com adjuvante | 3,66 c | 1,605 | 5,19 c |
| 50L/ha, manhã, com adjuvante | 3,92 c | 2,196 | 5,25 c |
| 50L/ha, manhã, sem adjuvante | 6,98 b | 2,178 | 9,19 b |
| 50L/ha, tarde, com adjuvante | 5,28 bc | 1,683 | 6,47 bc |
| 50L/ha, tarde, sem adjuvante | 4,97 bc | 2,490 | 6,78 bc |
| Testemunha | 14,45 a | 3,322 | 16,50 a |
| Coeficiente de Variação | 38,34 % | | 34,32% |

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância, dados transformados por $(x + 0,5)^{0,5}$. No complexo de percevejos a proporção de percevejo-marrom foi de 88% e a do percevejo-barriga-verde foi de 12%.

Teor de clorofila e taxa fotossintética de folhas de soja em resposta ao ataque do percevejo-marrom, *Euschistus heros*.

RODRIGUES, L.V.¹; ROGGIA, S.²; MANDELLI, H.³; KUSS, C.C.⁴ | ¹ Centro Universitário Filadélfia, Bolsista do CNPq – Brasil; ² Embrapa Soja; ³ Instituto Federal Catarinense - Campus de Sombrio; ⁴ Universidade Federal de Santa Maria - Campus de Frederico Westphalen.

Introdução

O percevejo-marrom, *Euschistus heros*, é uma das principais pragas da cultura da soja (PANIZZI et al., 2012), frequentemente necessitando que medidas de controle sejam adotadas para evitar que a praga atinja altos níveis populacionais e cause danos econômicos à produção.

O controle de percevejos em larga escala é realizado quase que exclusivamente pela utilização de inseticidas químicos, sendo que seu mau uso tem acarretado diversos problemas como o desenvolvimento de populações de percevejos resistentes e a ocorrência de surtos de pragas secundárias. Porém é possível proteger a lavoura de soja do ataque de percevejos com a utilização racional de inseticidas, pela adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP), este tem trazido benefícios tanto econômicos como ambientais, pois proporciona a aplicação de inseticidas no momento certo, protegendo

a cultura e reduzindo o número de aplicações. Outra estratégia de controle são os parasitoides de ovos que têm sido constatados em vários países e, em muitos casos, são considerados como os mais importantes agentes de mortalidade dessas pragas (HOKYO et al., 1966; JONES, 1979; BUSCHMAN & WHITCOMB, 1980). Tanto o MIP quanto os parasitoides, são altamente eficientes, mais seu uso é limitado entre os agricultores, pois requerem maior utilização de mão-de-obra para o monitoramento de pragas e para definir o momento mais adequado para a realização do seu controle. A utilização de tecnologias para o monitoramento de pragas, que possa ser aplicada nas diferentes áreas de cultivo da soja no Brasil, está sendo cada vez mais estudada e aperfeiçoada para que possa oferecer praticidade e confiabilidade ao agricultor.

O sensoriamento remoto é um recurso que pode ser utilizado para tornar prático o diagnóstico do ataque de pragas, necessitando estudos sobre os sensores mais adequados para cada praga e fase de desenvolvimento das diferentes culturas. A adequação do sensor depende da cultura e estresse sofrido pela planta. Estudos prévios indicam que o ataque de percevejos afeta o teor de clorofila foliar e que o ataque de outros sugadores (ácaros) afeta parâmetros de fotossíntese (BUENO et al., 2009, RODRIGUES et al., 2013). O teor de clorofila das folhas pode ser analisado indiretamente pelo SPAD, Soil Plant Analysis Development (MINOLTA, 1989), um medidor portátil de clorofila que usa a diferença de densidade ótica de dois comprimentos de onda. A taxa fotossintética pode ser avaliada pelo IRGA, um analisador de fotossíntese através de trocas gasosas, utilizado para medição de fotossíntese, transpiração, condutância estomacal, radiação PAR e CO₂ interno.

Assim foi desenvolvido um estudo com objetivo de avaliar a resposta da planta de soja a diferentes intensidades de ataque de percevejos analisada pelo índice SPAD e taxa fotossintética (IRGA).

Material e métodos

O experimento foi realizado na Embrapa Soja, Londrina – PR. A semeadura foi realizada no dia 06/01/2014 em casa de vegetação, com uma

planta por vaso, sendo um total de 60 vasos. Foi utilizada a cultivar BRS 284. As sementes receberam inoculante sólido turfoso Totalnitro. A emergência ocorreu 5 dias após a semeadura. Quando as plantas atingiram estádio R2, em cada vaso foi instalada uma gaiola de 1m x 50cm, para permitir a infestação das plantas com as diferentes densidades de percevejos.

Os tratamentos consistiram em 3 densidades de percevejos(0, 1 e 2), sendo que, para cada tratamento foi analisado em 2 leituras, aos 4 e 7 dias após a infestação, em experimentos separados. Cada tratamento teve 20 repetições (= vaso com 1 planta), 10 para a primeira leitura e 10 para segunda leitura. A infestação foi realizada no dia 23/01/2014 com insetos adultos criados na própria casa de vegetação sendo realizada vistorias diárias. As leituras com SPAD e IRGA foram realizadas 27/01/2014 (4 dias) e 03/02/2014 (7 dias).

O SPAD fornece leituras que se correlacionam com o teor de clorofila presente na folha. Os valores são calculados pela leitura diferencial da quantidade de luz transmitida pela folha, em duas regiões de comprimento de onda (650 nm e 940 nm), e a absorção de luz pela clorofila ocorre no primeiro comprimento de onda (SWIADER & MOORE, 2002). As leituras foram realizadas em todas as plantas, sendo medido o teor de clorofila do trifólio central da terceira folha expandida das plantas.

Para medir a taxa fotossintética foi utilizado o equipamento LCpro-SD, para medir paralelamente trocas gasosas de CO₂ e H₂O e fluorescência da clorofila sob condições controladas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e havendo significância para tratamentos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e discussão

Os índices de SPAD variaram de acordo com a intensidade de ataque de percevejos, tanto no menor (4 dias) quanto no maior (7 dias) tempo

de infestação. O aumento da intensidade de ataque reduziu os valores de SPAD (Tabelas 1).

Os maiores valores de SPAD foram observados no tratamento sem infestação de percevejo (testemunha), sendo superior estatisticamente ao tratamento com 2 percevejo/planta nos dois tempos de infestação. No tempo de infestação de 4 dias o tratamento com 1 percevejo/planta também diferiu da testemunha.

Estes resultados indicam que o ataque de percevejos a plantas de soja pode afetar o teor de clorofila foliar em níveis detectáveis pelo SPAD. Porém é importante considerar que as diferenças entre os tratamentos são poucos discrepantes entre si, além de que existem maiores diferenças nos valores entre as datas do que entre os tratamentos de uma mesma data de leitura. Assim, é necessário ampliar este estudo e validá-lo em campo para possibilitar o uso do SPAD como uma técnica confiável para diagnosticar ataque de percevejo em soja. Além disso, é importante estudar a resposta da planta ao ataque de percevejo ao longo das diferentes fases de desenvolvimento da cultura.

A taxa fotossintética variou de acordo com a intensidade de ataque de percevejos, sendo que o aumento da intensidade de ataque reduziu a taxa fotossintética (Tabela 2). A maior taxa fotossintética foi observada no tratamento sem infestação de percevejo (testemunha), sendo superior estatisticamente apenas do tratamento com 2 percevejos/planta.

Estes resultados indicam que mesmo na ausência de vagens o ataque de percevejo, dependendo de sua intensidade, podem afetar processos importantes de produção de energia pela planta e conseqüentemente afetar a sua produtividade de grãos.

Conclusões

Existe resposta diferencial das plantas de soja devido ao ataque do percevejo-marrom, sendo que o aumento da intensidade de ataque de percevejos reduziu significativamente os valores de teor de clorofila

(SPAD) e taxa fotossintética (IRGA), existindo uma elevada variabilidade dos dados medidos, indicando que novos e mais aprofundados estudos devem ser realizados antes que sensores de SPAD e IRGA possam ser indicados para o diagnóstico do ataque de percevejos em soja.

Referências

BUENO, A.F. de; FREITAS BUENO, R.C.O. de; NABITY, P.D.; HIGLEY, L.G.; FERNANDES, O.A. Photosynthetic response of soybean to two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) injury. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 4, p. 825-834, 2009.

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

HOKYO,N.; KIRITANI.K.; NAKASUJI,F.; SHIGA,-M. Comparative biology of the two scelionid egg parasites of *Nezara viridula* L. (Hemiptera:Pentatomidae). *Appl. Ent. Zool.*, v.L, n.2, p.94-102, 1966.

JONES. W.A. **The distribution and ecology of pentatomid pests of soybeans in South Carolina**. Clemson: Clemson University. 1979. Tese Doutorado.

MINOLTA, C. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22p.

PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; SILVA, F.A.C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds.) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 335-420.

RODRIGUES, L.V.; ROGGIA, S.; CRUSIOL, L.G.; CAVALLARI, L.S.; PEREIRA, J.P.V.; FERRARI, F. Teor de clorofila e NDVI de soja em resposta ao ataque do percevejo-marrom, *Euschistus heros*. In: Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, 8., 2013: Londrina, **Resumos expan-**

idos... Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 127-130 (Embrapa Soja, Documentos n.339).

SWIADER, J.M.; MOORE, A. SPAD - chlorophyll response tonitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p.1089-1100, 2002.

Tabela 1. Valores de SPAD de plantas de soja infestadas no estágio R3 com diferentes densidades do percevejo-marrom, *Euschistus heros*.

| Níveis de infestação | 4 dias após a infestação | 7 dias após a infestação |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Sem infestação | 38,42 a* | 40,43 a |
| 1 percevejo por planta | 37,39 b | 39,76 ab |
| 2 percevejos por planta | 36,94 b | 39,29 b |
| Coefficiente de Variação (%) | 1,25 | 1,62 |

(*) Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 2. Taxa fotossintética das plantas de soja infestadas por 4 dias no estágio R3 com diferentes densidades do percevejo-marrom, *Euschistus heros*.

| Níveis de infestação | Média |
|------------------------------|---------|
| Sem infestação | 20,46 a |
| 1 percevejo por planta | 20,41 a |
| 2 percevejos por planta | 18,34 b |
| Coefficiente de Variação (%) | 4,56 |

Suscetibilidade relativa de *Spodoptera frugiperda*, *S. eridania*, *S. albula*, *S. cosmioides* e *Anticarsia gemmatalis* aos inseticidas chlorantraniliprole e flubendiamida.

FORTI, L.A.¹; SOSA-GÓMEZ, D.R.² | ¹Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, Bolsista CNPq/PIBC; ²Embrapa Soja.

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura agrícola de grande importância econômica no Brasil, a estimativa de produção na safra 2013/2014 é cerca de 81,9 milhões de toneladas. Com frequência, lagartas da superfamília Noctuoidea causam prejuízos à essa cultura, tornando a aplicação de inseticidas necessária. Entre as espécies mais comuns deste grupo encontram-se a lagarta falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]), a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818), e espécies do gênero *Spodoptera*, cujo complexo é constituído por *S. albula* (Walker, 1857), *S. cosmioides* (Walker, 1858) e *S. eridania* (Cramer) e *S. frugiperda* (Smith, 1797), (Sosa-gómez et al., 2012). Estudos sobre a suscetibilidade de espécies a inseticidas são importantes porque permitem monitorar as variações de suscetibi-

lidade no espaço e tempo. Além disso, este estudo possibilita verificar a qualidade dos produtos, através da determinação da atividade inseticida definidas como linhas base. Considerando que entre os inseticidas mais utilizados consta o grupo das diamidas, nosso interesse foi determinar a suscetibilidade relativa das espécies do gênero *Spodoptera* comparativamente com *A. gemmatalis*.

Materiais e métodos

Realizaram bioensaios com lagartas *S. frugiperda* (>40 gerações de laboratório), *S. albula* (60 gerações de laboratório), *S. cosmioides* (49 gerações de laboratório), *S. eridania* (31 gerações de laboratório) e *A. gemmatalis* (28 gerações de laboratório), obtidas da criação da Embrapa Soja. Os insetos foram coletados nas culturas de milho, amendoim, mamona e soja, respectivamente.

Nos experimentos utilizaram-se os inseticidas chlorantraniliprole (3-bromo-4'-cloro-1-(3-chloro-2-piridil)-2'-metil-6'-(metilcarbamoil) pirazole-5-carboxinilide, 200g i.a. L⁻¹, suspensão concentrada, Premio®, Dupont do Brasil S.A., Barueri, SP) e flubendiamida (3 - iodo - N' - (2 - mesyl - 1, 1 - dimetiletil) - N - {4 - [1, 2, 2, 2 - tetrafluoro - 1 - (trifluorometil) etil] - otolyl} phthalamide, 480 g i.a.L⁻¹, suspensão concentrada, Belt®, Bayer S.A. São Paulo). As concentrações utilizadas foram: 0 µg de i.a.mL⁻¹; 0,14 µg de i.a.mL⁻¹; 0,42 µg de i.a.mL⁻¹; 1,26 µg de i.a.mL⁻¹; 4 µg i.a.mL⁻¹ e 12 µg de i.a.mL⁻¹, e para flubendiamida foram: 0 µg de i.a.mL⁻¹; 0,36 µg de i.a.mL⁻¹; 1,08 µg de i.a.mL⁻¹, 3,24 µg de i.a.mL⁻¹; 9,6 µg de i.a.mL⁻¹ e 28,8 µg de i.a.mL⁻¹.

Cada inseticida foi incorporado a 100 ml de dieta artificial (Green et al, 1976), e alíquotas de 10 mL foram distribuídos em 15 copos plásticos de 50 ml. Para cada concentração foram utilizadas 30 lagartas de início de 3º instar, sendo duas por copo, totalizando 180 lagartas nos ensaios com cada inseticida. O ensaio foi avaliado por 6 dias, registrando diariamente os valores de mortalidade. Os dados de mortalidade transformados em porcentagens foram analisados pelos testes de Tukey os dados não foram analisados quando os quesitos de normalidade e

homogeneidade de variâncias não foram atendidos. As análises foram realizadas com o programa Sigmaplot v.11.0 (Systat Software, Inc., San Jose California USA, www.sigmaplot.com).

Resultados e discussão

Foi observada suscetibilidade diferencial entre as espécies estudadas. As concentrações de 1,26 μg de i.a.mL⁻¹; 4 μg i.a.mL⁻¹ e 12 μg de i.a.mL⁻¹ para chlorantraniliprole resultaram em mortalidades elevadas (100%) portanto não foram inseridas na Tabela 1. A espécie que apresentou menor suscetibilidade ao clorotraniliprole foi *S. eridania* seguida de *S. cosmioides*, *S. albula*, *A. gemmatalis* e *S. frugiperda*. Entretanto, *S. albula* foi a menos afetada pela flubendiamida, seguida por *S. eridania*, *S. cosmioides*, *A. gemmatalis* e *S. frugiperda*. A lagarta-da-soja foi menos suscetível que a flubendiamida que a lagarta-do-cartucho do milho portanto, as espécies que podem requerer doses maiores de produtos deste grupo são *S. albula* e *S. eridania*. Embora as diferenças entre espécies pareçam ser acentuadas, estudos com maior número de amostras de diferentes origens geográficas são necessários para reconhecer a amplitude da variabilidade de resposta entre as populações.

Conclusões

A espécie menos suscetível ao clorotraniliprole foi *S. eridania* seguida de *S. cosmioides*, *S. albula*, *A. gemmatalis* e *S. frugiperda*. Entretanto, *S. albula* foi a menos afetada pela flubendiamida, seguida por *S. eridania*, *S. cosmioides*, *A. gemmatalis* e *S. frugiperda*. De maneira geral, o clorotraniliprole apresentou mortalidades maiores que a flubendiamida para todas as espécies de lepidópteros ensaiadas. Estas informações são úteis para definir quais diamidas apresentam maior potencial de controle para as diferentes espécies.

Referências

SOSA-GÓMEZ, D.R; MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F.; CORSO, I.C.; YANO, S.A.

Artrópodes que atacam as folhas da soja. Brasília, DF: Embrapa, p. 203-334, 2012.

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

Tabela 1. Mortalidade média (\pm EPM) de lepidópteros associados com a cultura da soja após seis dias de tratamento com inseticidas diluídos na dieta.

| | Clorotraniliprole μg i.a.mL ⁻¹ | | | Flubendiamida μg i.a.mL ⁻¹ | | | |
|----------------------|---------------------------------------------------------|------|-------------------|-----------------------------------------------------|---------------|----------------|------|
| | 0,14 | 0,42 | 0,36* | 1,08 | 3,24 | 9,6 | 28,8 |
| <i>S. albula</i> | 96,7 \pm 3,3 ^{ns} | 100 | 3,33 \pm 3,3 a | 0 | 0 | 86,7 \pm 8,8 | 100 |
| <i>S. cosmioides</i> | 93,3 \pm 6,7 | 100 | 46,7 \pm 14,5 b | 100 | 100 \pm 0,0 | 100 | 100 |
| <i>S. eridania</i> | 90,0 \pm 0,0 | 100 | 10,0 \pm 5,7 a | 43,3 \pm 8,8 | 63 \pm 26,7 | 100 | 100 |
| <i>S. frugiperda</i> | 100 \pm 0,0 | 100 | 100 c | 100 | 100 \pm 0,0 | 100 | 100 |
| <i>A. gemmatalis</i> | 100 \pm 0,0 | 100 | 93,3 \pm 6,7 c | 86,7 \pm 3,3 | 100 \pm 0,0 | 100 | 100 |
| CV (%) | 26,8 | | | | | | |

* As medias seguida por letras diferentes diferem entre si significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey

Ocorrência de Heliothinae e seus Inimigos Naturais na Safra 2013/14 no Estado do Paraná

SANTOS, W.G.¹; MARCONDES, M.C.²; CORRÊA-FERREIRA, B.S.³; HOFFMANN-CAMPO, C.B.⁴; SOSA-GÓMEZ, D.R.⁴ | ¹Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, Bolsista Embrapa Soja – Brasil; ²ADAPAR ; ³Consultora; ⁴Embrapa Soja;

Introdução

Lagartas da subfamília Heliothinae vem assumindo importância cada vez maior no sistema produtivo. Neste complexo, a ocorrência da lagarta da maçã-do-algodoeiro, *Heliothis virescens* (Fabricius) e da lagarta da espiga-do-milho, *Helicoverpa zea* (Boddie) já são citadas na literatura em diferentes culturas (ZALUCKI et al., 1986). Recentemente, na safra 2012/13, foi identificada a presença da espécie *Helicoverpa armigera* (Hubner), até então considerada praga quarentenária no Brasil, atacando hoje diferentes culturas do sistema de produção (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013).

Helicoverpa armigera é uma espécie polífaga, ocorrendo em maior abundância nas culturas do milho, algodão, soja, feijão e tomate.

Alimentam-se, especialmente das estruturas reprodutivas das plantas, causando, muitas vezes, sérios prejuízos além de apresentarem elevado potencial reprodutivo e ampla capacidade de vôo, dispersando-se, com facilidade em grandes extensões (FENG et al., 2009). Entretanto, sua distribuição no estado do Paraná não é conhecida.

A abundante oferta de alimento durante todo o ano tem favorecido o aumento populacional dessas lagartas e conseqüentemente seus danos às diferentes culturas, sendo o manejo integrado de pragas a melhor estratégia para o seu controle. Nesse programa, a correta identificação das espécies de lagartas Heliothinae e seus inimigos naturais, são pilares de apoio à realização do MIP com eficácia. Assim, objetivou-se identificar e conhecer a ocorrência e a distribuição de lagartas da subfamília Heliothinae no Estado do Paraná, bem como avaliou-se a incidência dos principais inimigos naturais, como agentes de mortalidade dessas lagartas nas lavouras de soja.

Materiais e métodos

Lagartas da sub-família Heliothinae foram coletadas em colaboração com a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - ADAPAR em diferentes municípios do Estado (Tabela 1), sendo elas acondicionadas em bandejas com dieta artificial (GREENE et al., 1976) e encaminhadas ao Laboratório de Biologia Molecular de Insetos da Embrapa Soja para a correta identificação das espécies. Cada amostra recebida era numerada e registrada informações relativas ao local de coleta, coletor, nome do produtor, cultura, coordenadas geográficas e data de coleta, sendo mantidas em ambiente controlado, nas condições de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura e $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 14h. Pelas características morfológicas apresentadas, as lagartas foram submetidas a uma pré-identificação, sendo classificadas e observadas diariamente para registro da mortalidade ou emergência do adulto sendo as mariposas da sub-família Heliothinae acondicionadas em freezer e processadas por meio de técnicas moleculares para a identificação das espécies *H. zea* e *H. armigera*.

Resultados e Discussão

No período de novembro de 2013 a fevereiro de 2014, um total de 545 lagartas referentes a coletas em 18 municípios foram recebidas e mantidas até a fase adulta na Embrapa Soja (Tabela 1).

Das 545 lagartas de Heliiothinae avaliadas 31,19% (n = 170) chegaram ao estado adulto (Figura 1) devido ao elevado parasitismo e mortalidade por agentes entomopatogênicos. Amostras das mariposas provenientes de lagartas coletadas a campo foram identificadas, por PCR-RFLP (BEHERE et al., 2007). Constatou-se que a maioria das lagartas era da espécie *H. armigera* (94,5%) e apenas duas lagartas coletadas na cultura do milho, em Toledo, PR foram classificadas como *H. zea* (5,5%).

Entre os inimigos naturais, como causa de mortalidade das lagartas de Heliiothinae, constatou-se um percentual de 31,74% lagartas mortas pela presença de parasitoides, 3,49% por doenças, incluindo, especialmente mortalidade por fungos, principalmente *Nomuraea rileyi* e bacterias e 5,69% pela presença de nematóides. Um número relativamente elevado de lagartas (152) morreram por causas desconhecidas, incluindo stress de coleta, manuseio, transporte, presença de parasitoides que não completaram o seu desenvolvimento e doenças não identificadas.

A ocorrência de nematoides foi observada em lagartas coletadas nos municípios de Peabiru, Renascença, Borrazópolis e Reserva do Iguçu. Entre os parasitoides encontrados predominaram espécies de dípteros da família Tachinidae e espécies de himenópteros, atacando lagartas grandes e pequenas de Heliiothinae, que foram enviados a taxonomistas para a confirmação e identificação das espécies.

O índice de mortalidade causado pelos inimigos naturais nas populações do gênero *Helicoverpa* apresentou o valor médio de 40,92% com variações entre 11,76% em Candoi, até 66,67% nas amostras coletadas em Marialva. Estes valores realçam a importância da utilização de inseticidas seletivos para permitir a ação de controle dos inimigos naturais. Sendo este aspecto, uma das premissas básicas dos programas de manejo integrado de pragas (MIP).

Conclusões

Constata-se que a espécie de Heliiothinae predominante em lavouras de soja no Estado do Paraná na safra 2013/14 foi *H. armigera* e que a incidência de agentes naturais benéficos que agem em seu controle é elevada.

Referências

BEHERE, G.T.; TAY, W.T.; RUSSELL, D.A.; HECKEL, D.G.; APPLETON, B.R.; KRANTHI, K.R.; BATTERHAM, P. Mitochondrial DNA analysis of field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and of its relationship to *H. zea*. **BMC Evolutionary Biology**, v.7, p.117, 2007.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, p.110-113, 2013.

FENG, H.; WU, X.; WU, B.; WU, K. Seasonal migration of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) over the Bohai sea. **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.1, p.95, 2009.

GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: A rearing procedure and artificial medium. **Journal Economic of Entomology**, v.69, m.4, p. 447-448, 1976.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PAULA-MORAES, S.V. de; YANO, S.A.G. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 689-692, 2013.

ZALUCKI, M.P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P.H. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hubner) and *H. puntigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: What we know? **Australian Journal of Zoology**, v.34, p.779-814, 1986.

Tabela 1. Amostras de lagartas da subfamília Heliiothinae coletadas em diferentes municípios do Estado do Paraná na safra 2013/14.

| Município | Coordenadas geográficas | Heliiothinae |
|-------------------|-------------------------------------|--------------|
| Marialva | S 23° 28' 41,2" W 51° 50' 30,8" | 3 |
| Araruna | S 24° 03' 52" W 52° 36' 44" | 30 |
| Roncador | S 24° 32' 38" W 52° 14' 29" | 32 |
| Cambará | S 23° 00' 46,7" W 50° 09' 49" | 32 |
| Faxinal | - | 32 |
| Peabiru | S 23° 52' 37" W 0,52° 27' 52" | 8 |
| Peabiru | S 23° 57' 35,8" W 52° 22' 55,6" | 29 |
| Iretama | S 24° 28' 3,5" W 52° 11,9' 8,0" | 3 |
| Guarapuava | S 25° 33' 28,2" - W 51° 36' 31,3" | 31 |
| Renascença | S 26° 10' 17,3" W 52° 52' 18,51" | 11 |
| Santo A. Platina | S 23° 13' 50" W 50° 03' 11" | 29 |
| Toledo | S 24° 43' 41" W 53° 45' 57" | 20 |
| Candói | S 25° 27' 34,3" W 51° 57' 34,4" | 45 |
| Candói | S 25° 34' 41,7" W 51° 57' 16,1" | 34 |
| Santa T. Oeste | S 25° 00' 51,3" W 53° 38' 14,5" | 15 |
| Reserva Iguaçu | S 25° 49,45' 58" W 0,52° 0,1' 45,5" | 42 |
| Borrazópolis | - | 30 |
| Borrazópolis | S 23° 52' 22" W 51° 36' 9" | 30 |
| Borrazópolis | S 23° 56' 35" W 51° 42' 51" | 32 |
| Itambé | S 23° 39' 0,64" W 52° 01' 0,58" | 17 |
| Ipiranga | S 25° 03' 21,0" W 50° 26' 35,8" | 28 |
| São Jorge do Ívai | - | 12 |
| Total | | 545 |

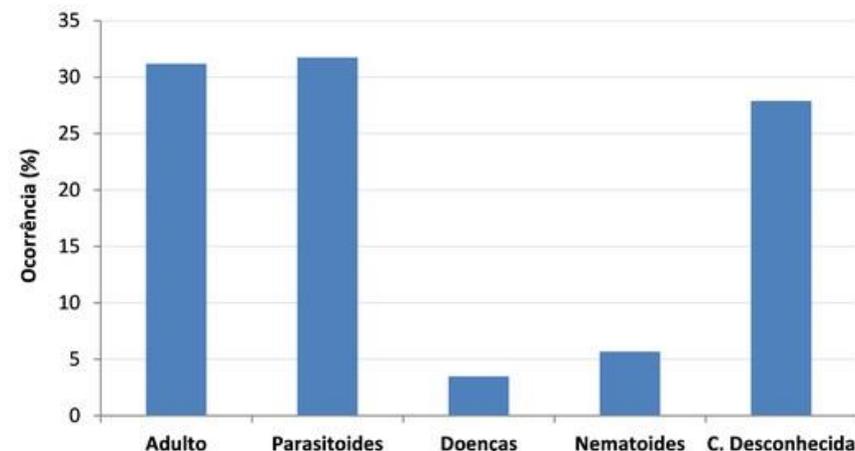


Figura 1. Ocorrência natural de agentes de mortalidade em lagartas de Heliiothinae coletadas em áreas de soja no Estado do Paraná, na safra 2013/14.

Biologia de *Dichelops melacanthus* alimentados com milho *Bt* em diferentes temperaturas.

¹RODRIGUES, R.B; ²MIKAMI, A.Y. ; ²BORTOLOTTI, O.C.; ³BUENO, A. DE F.; ⁴SANZOVO, A. W. S.; ⁵POMARI-FERNANDES, A.; ⁶SILVA, G.V.; | ¹Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Cornélio Procópio, CEP: 86300-000, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. ²Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia, Caixa Postal 19020 - CEP: 81531-980, Curitiba, Paraná, Brasil. ³Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP: 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. ²Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Cornélio Procópio, CEP: 86300-000, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. ⁵ Instituto Agronômico do Paraná, Setor de Entomologia Agrícola, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 86047-902 - Londrina, Paraná, Brasil ⁶Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Agronomia, Setor de Fitossanidade, Caixa Postal 19020 - CEP: 81531-980, Londrina, Paraná, Brasil.

Introdução

O cultivo de plantas geneticamente modificadas conhecidas como plantas *Bt* vem crescendo exponencialmente nos países produtores de milho e algodão (JAMES, 2009), tais plantas podem ser utilizadas como ferramenta adicional nos programas de manejo integrado de pragas (MIP). O milho *Bt* caracteriza-se por ser resistente à alguns lepidópteros, com destaque à *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) devido à expressão da proteína Cry, que em contato com o pH alcalino do intestino da lagarta, atua como inseticida.

As vantagens da utilização dessa tecnologia é a redução do uso de inseticidas, bem como a redução do seu impacto (QAIM, MATHUSCHKE 2005). Pois, no cultivo convencional de milho os lepidópteros são as pragas mais importantes, sendo que através da tecnologia *Bt* não há necessidade de controlar tais pragas utilizando inseticidas, assim, havendo drástica redução de uso dos mesmos no cultivo. Entretanto, a adoção de cultivos *Bt* pode ocasionar o favorecimento da ocorrência de outros insetos-praga, ou seja, insetos que até então apresentavam menor importância nos cultivos convencionais. Tal alteração na dinâmica populacional das pragas já foi observada em cultivos de milho *Bt* favoreceu o crescimento populacional de pulgões (KIM et al. 2012) e cigarrinhas nas lavouras (VIRLA et al. 2010).

O percevejo conhecido como barriga-verde, *D. melacanthus* (DALLAS, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) tem sido citado em culturas de verão como a soja, *Glycine max* (L.) Merrill, desde a década de 70 (PANIZZI et al., 1977). Entretanto, devido as mudanças no cenário agrícola com a implantação do sistema de plantio direto e do cultivo no período da chamada “safrinha” (outono-inverno) houve um favorecimento à ocorrência desse percevejo (CHOCOROSQUI, 2001). Nessas áreas os percevejos encontram abrigo na palhada e se alimentam de restos de sementes maduras caídas no solo, assim conseguindo sobreviver, fato esse que não ocorre no cultivo convencional onde os percevejos são deslocados dos abrigos e mortos pela aração (CHOCOROSQUI, 2001). A ocorrência do percevejo na safrinha demonstra uma adaptação dessa espécie a temperaturas mais amenas.

Como o *D. melacanthus* é uma praga considerada secundária do milho e uma possível mudança de cenário agrícola, como utilização de cultivos *Bt*, aliado ao aumento global da temperatura, poderia favorecer o inseto. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a biologia de *D. melacanthus* em milho *Bt* em diferentes temperaturas.

Material e métodos

Os estudos foram conduzidos na Embrapa soja (Londrina-PR), a partir de ovos de *D. melacanthus* (Dallas, 1851) provenientes do laborató-

rio de criação de insetos do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR, Londrina-PR). A criação foi realizada em condições controladas [Temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h].

O delineamento experimental utilizado no ensaio de ninfas e adultos foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3×2 [3 temperaturas \times 2 isolinhas de milho (*Bt* e não *Bt*)]. Foram utilizadas câmaras climatizadas ajustadas nas temperaturas de $19, 25$ e $31 \pm 2^\circ\text{C}$, UR ($60 \pm 10\%$) e fotofase (14h). O milho utilizado foi o milho *Bt* (Herculex® I) que expressa o gene *cry1F* e sua isolinha não *Bt*, estes foram cultivados em casa de vegetação dentro de vasos plásticos (8 litros) com substrato esterilizado. Os tratamentos culturais foram realizados conforme recomendações técnicas da região para a cultura.

Ninfas

Devido não se alimentarem no 1º instar, o procedimento de individualização foi realizado a partir do 2º instar no qual as ninfas foram separadas em placas de Petri (6 cm de diâmetro), forradas com papel filtro. Para cada indivíduo foi oferecido grãos de milho imaturo e água em um microtubo do tipo Eppendorf® tampado com algodão. Com o uso de uma piceta, as placas foram umedecidas diariamente, para a manutenção da umidade dentro das mesmas. O alimento e a água foram trocados a cada 48 horas juntamente com o papel filtro com o intuito de prevenir contaminação por fungos. Avaliou-se diariamente o desenvolvimento das ninfas até o estágio adulto, registrando-se a mudança de cada instar; e a porcentagem de viabilidade durante cada instar.

Adultos

No intervalo de 24h após a última ecdise, os percevejos adultos foram pesados (mg) com auxílio de balança analítica e separados por sexo. Após a verificação do peso, os adultos foram separados em caixas plásticas do tipo Gerbox® (duas fêmeas e um macho por Gerbox®). Em cada caixa ofertou-se o alimento (milho *Bt* ou não *Bt*) e a água como descrito anteriormente para as ninfas.

Foram avaliados o peso (mg), fecundidade das fêmeas e viabilidade dos ovos. Para avaliar a viabilidade dos ovos foi realizada a coleta dos mesmos três vezes por semana, com intervalo mínimo de dois dias, e acondicionados em placas de Petri (6 cm de diâmetro) e mantidos nas mesmas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo que os adultos. Foi feita a contagem das ninfas conforme sua eclosão para posteriores cálculos de viabilidade.

Análise Estatística

Para a biologia das ninfas o número de repetições foi igual a 14, sendo cada repetição composta de 5 placas (1 ninfa/placa). O número de repetições dos adultos foi igual a 10 Gerbox® (2 fêmeas + 1 macho/gerbox). Os dados foram analisados quanto à normalidade (Shapiro e Wilk, 1965) e homogeneidade da variância dos tratamentos (BURR, FOSTER, 1972). Os dados foram submetidos ao teste de variância (ANOVA), e como não houve interação, as médias foram comparadas pelo teste de t (2 tratamentos) ou teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro (SAS INSTITUTE, 2001). Os dados de viabilidade ninfa e de ovos foram transformados utilizando-se a fórmula $\arcsen(x/100)^{1/2}$.

Resultados e discussão

A interação entre as temperaturas estudadas e as isolinhas de milho não foi observada. O milho *Bt* não afetou a biologia das ninfas de *D. melacanthus*, apresentando desenvolvimento e viabilidade semelhantes ao milho não *Bt*, assim, o mesmo não tem influência sobre a biologia da praga, tanto na fase ninfa como na adulta. Tais resultados corroboram com os observados em *D. melacanthus* alimentados com soja *Bt* (MON 87701 \times MON 89788), os quais não sofreram prejuízos ao se alimentarem da mesma (CRUZ et al., 2003). No entanto, a soja *Bt* possui o gene *cry1Ac* enquanto que o milho estudado possui o gene *cry1F*. Os mesmos autores ainda observaram que os ovos oriundos da alimentação de soja *Bt* não afetaram o desenvolvimento do seu parasitóide *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae).

Com relação à temperatura, houve influência desta no desenvolvimento de *D. melacanthus*. O aumento da temperatura acelerou o desenvolvimento ninfal do percevejo. Ninfas acondicionadas a 19 °C tiveram desenvolvimento lento em relação às temperaturas de 25 e 31 °C que não diferiram entre si (Tabela 1).

A viabilidade das fases ninfais foi superior nas temperaturas mais elevadas, a porcentagem de indivíduos que conseguiram alcançar a fase adulta em 25 e 31 °C foi de 67,8 e 72,8%, respectivamente (Tabela 2). Já na temperatura de 19 °C a viabilidade foi de apenas 26,43%, com isso pode-se verificar que em baixas temperaturas há um aumento do tempo de vida de *D. melacanthus*, mas com menor taxa de sobrevivência dos indivíduos. Em trabalho semelhante, Chocorosqui e Panizzi (2002) obtiveram apenas um adulto de *D. melachantus* na temperatura de 20°C confirmando o efeito adverso da baixa temperatura para o inseto.

Adultos obtidos de ninfas criadas nas temperaturas de 25 e 31 °C apresentaram maior peso do que os desenvolvidos a 19°C. Em decorrência de baixa viabilidade das ninfas criadas a 19°C, foi possível apenas a obtenção de 6 casais, os quais nenhum realizou postura de ovos. Desse modo, não se pôde comparar a fecundidade e a viabilidade de ovos (Tabela 3). Inesperadamente, os percevejos alimentados com Soja (*Bt* e não *Bt*) na temperatura de 19°C, observado por Cruz et al., 2003, apresentou viabilidade muito baixa. Os percevejos, diferindo dos resultados obtidos com o milho (*Bt* e não *Bt*), não alcançaram o quarto e quinto instar, bem como o estágio adulto.

Embora previamente relatado principalmente como praga da soja tendo a vagem como fonte de alimento, passou a ser encontrado em tecidos vegetativos de plantas menos preferidas como gramíneas e não cultivadas, esse fato é atribuído a baixa disponibilidade de hospedeiro preferencial. Assim, após a colheita da soja o percevejo permanece no solo nos restos da cultura e posteriormente alimenta-se de milho cultivado em sistema de semeadura direta (PANIZZI et al., 2012). Porém, no estudo foram utilizados grãos de milho, mas a campo tal fato

não se observa já que *D. melacanthus* ataca apenas plântulas de milho (GOMES et al., 2011). O ciclo de *D. melacanthus* em dieta artificial e alimentos naturais (vagens de soja e grãos de milho verde) foi estudado por Panizzi et al., 2007 onde foi observado um índice de sobrevivência e reprodução relativamente bom quando alimentado com grãos de milho verde.

Conclusão

O milho *Bt* não afetou a biologia de *D. melacanthus* em nenhuma das temperaturas estudadas. Houve melhor desenvolvimento das ninfas de *D. melacanthus* nas temperaturas mais elevadas (25 e 31 °C).

Referências

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

CHOCOROSQUI, V.R. Bioecologia de *Dichelops* (*Diceraeus*) *melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no Norte do Paraná. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)- Universidade Federal do Paraná, 2001.

CHOCOROSQUI, V.R.; PANIZZI, A.R. Influência da Temperatura na Biologia de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera Pentatomidae) Ciências Agrárias, 2002. v.23. p. 217-220.

CRUZ, Y.K.S.; BORTOLOTTI, O.C.; BUENO, A.F; BARBOSA, G.C.; SILVA, G.V.; BRAGA, K.; POMARI, A.F.; QUEIROZ, A.P.; SANZOVO, A.W.S. Biologia de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com soja *Bt* em diferentes temperaturas. In: **VIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**, Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2013. p.213.

GOMES, M.F.R.; M.F.R.; SALVADOR, J.R.; PEREIRA, P.R.V.S.; PANIZZI, A.R. Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência rural**, Santa Maria, 2001. v. 41, n. 7.

JAMES, C. Global status of commercialized biotech/GM Crops: 2009. **ISAAA Brief**, 2009. n. 41. ISAAA, Ithaca, NY.

KIM, Y.H.; HWANG, C.E.; KIM, T.S.; LEE, L.S.; LEE, S. Assessment of potential impacts due to unintentionally released Bt maize plants on non-target aphid *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae). **J Asia Pac Entomol.** 2012 v.15 p. 443-446.

PANIZZI, A.R.; CORRÊA, B.S.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B.; NEWMAN, G.G.; TURNIPSEED, S.G. Insetos da soja no Brasil. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1977. p.20.

PANIZZI, A. R.; DUO, L.J.S.; BORTOLATO, N.M.; SIQUEIRA, F. Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. **Rev. Bras. entomol.**, São Paulo, 2007. vol.51, n.4, pp. 484-488.

QAIM, M; MATUSCHKE, I. Impacts of genetically modified crops in developing countries: A survey. **Quarterly Journal of International Agriculture**. 2005. V. 44 p. 207-27.

SAS Institute, User's Guide: Statistics. Version 6e. Cary, 2001. 201p.

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

VIRLA, E.G.; CASUSO, M.; FRIAS, E.A. A preliminary study on the effects of a transgenic corn event on the non-target pest *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Crop Prot.** 2010. v. 29 p. 635-638.

Tabela 1. Desenvolvimento de ninfas de *Dichelops melacanthus* alimentados com milho Bt, em diferentes temperaturas.

| Tratamento | Duração das fases ninfais (d) | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 2° instar | 3° instar | 4° instar | 5° instar | Fase ninfal |
| Milho Bt ¹ | 8,00 ± 0,75 ^{ns} | 7,64 ± 0,83 ^{ns} | 9,31 ± 0,97 ^{ns} | 10,58 ± 0,85 ^{ns} | 35,53 ± 3,08 ^{ns} |
| Milho não Bt | 8,35 ± 0,80 | 7,21 ± 0,74 | 8,95 ± 0,81 | 11,11 ± 0,86 | 35,61 ± 3,11 |
| 19 °C ² | 14,8 ± 0,39 a | 14,02 ± 0,48 a | 16,49 ± 0,69 a | 17,48 ± 0,86 a | 62,83 ± 1,01 ^a |
| 25 °C | 5,45 ± 0,23 b | 5,24 ± 0,20 b | 6,48 ± 0,27 b | 8,23 ± 0,24 b | 25,40 ± 0,49 b |
| 31 °C | 4,22 ± 0,14 c | 3,00 ± 0,18 b | 4,43 ± 0,17 b | 6,83 ± 0,25 b | 18,48 ± 0,46 b |
| CV (%) | 17,49 | 22,67 | 25,29 | 26,28 | 10,25 |

Médias ± EPM (Erro Padrão da Média) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de t 1 e Tukey 2 (p ≤ 0,05). ns não significativo.

Tabela 2. Desenvolvimento de ninfas de *Dichelops melacanthus* alimentados com milho Bt, em diferentes temperaturas.

| Tratamento | Viabilidade (%) das fases ninfais de <i>Dichelops melacanthus</i> | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 2° instar | 3° instar | 4° instar | 5° instar | Fase ninfal |
| Milho Bt ¹ | 83,81 ± 2,57 ^{ns} | 91,90 ± 1,81 ^{ns} | 94,76 ± 1,37 a | 86,19 ± 2,50 ^{ns} | 56,67 ± 3,73 ^{ns} |
| Milho não Bt | 81,90 ± 2,96 | 90,48 ± 2,28 | 98,10 ± 0,92 b | 84,29 ± 2,85 | 54,76 ± 4,42 |
| 19 °C ² | 77,14 ± 3,81 ^{ns} | 85,00 ± 2,84 a | 95,00 ± 1,67 ^{ns} | 69,29 ± 3,33 a | 26,43 ± 1,80 a |
| 25 °C | 83,57 ± 3,10 | 92,14 ± 2,14 ab | 97,14 ± 1,35 | 95,00 ± 1,67 b | 67,86 ± 3,76 b |
| 31 °C | 87,86 ± 2,97 | 96,43 ± 2,07 b | 97,14 ± 1,35 | 91,43 ± 2,16 ^b | 72,86 ± 3,29 b |
| CV (%) | 23,94 | 18,01 | 11,80 | 17,33 | 26,06 |

Médias ± EPM (Erro Padrão da Média) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de t 1 e Tukey 2 (p ≤ 0,05). ns não significativo.

Tabela 3. Peso de adultos, fecundidade e viabilidade de ovos de *Dichelops melacanthus* alimentado com milho Bt e não Bt, em diferentes temperaturas.

| Tratamento | Peso adultos (mg) | Fecundidade | Viabilidade de ovos (%) |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Milho Bt ¹ | 38,0 ± 1,4 ^{ns} | 62,22 ± 6,48 ^{ns} | 75,70 ± 4,62 ^{ns} |
| Milho não Bt | 37,6 ± 2,1 | 76,75 ± 6,27 | 83,54 ± 2,93 |
| 19 °C | 34,0 ± 1,7 a ² | - | - |
| 25 °C | 41,2 ± 1,5 b | 70,16 ± 7,73 ^{ns 1} | 79,77 ± 3,83 ^{ns} |
| 31 °C | 38,2 ± 0,9 b | 68,81 ± 5,35 | 79,48 ± 4,16 |
| CV (%) | 11,48 | 37,80 | 17,84 |

Médias ± EPM (Erro Padrão Médio) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de t 1 e Tukey 2 (p ≤ 0,05). ns não significativo.

Diversidade genética de isolados de *Cercospora sojina* de diferentes regiões do Brasil

BRIZOLA, D.C.¹, OLIVEIRA, K.B.¹, NASCIMENTO, G.M.¹, BINNECK, E.², SEIXAS, C.D.S.², SOARES, R.M.², ALMEIDA, A.M.R.² | ¹Universidade Norte do Paraná, ²Embrapa Soja. Londrina, Paraná, e-mail: alvaro.almeida@embrapa.br

Introdução

Dentre os diversos segmentos do agronegócio mundial, a produção de soja está entre as atividades econômicas que, nas últimas décadas, apresentou crescimento mais expressivo. Essa cultura da família Fabacea, gênero *Glycine* e espécie *Glycine max* ((L.) Merril.) vem crescendo nas últimas três décadas correspondendo a 49% da área plantada no Brasil (CONAB, 2013). A principal razão da expansão da soja para todo território brasileiro foi à incorporação de um gene que induz o período juvenil, além de outros, que aumentaram a produtividade (VELLO, 1991). A soja, felizmente, encontrou diversos fatores favoráveis, como: desenvolvimento e estruturação do mercado internacional pelo comércio de produtos de complexo de soja (farelo, óleo e grãos); consolidação da oleaginosa como fonte de proteína para a alimentação animal; oferta de tecnologias que viabilizaram a exploração para novas

regiões, (LAZZAROTO & HIRAKURI, 2010). No contexto mundial, o Brasil possui uma grande participação na oferta e demanda de produtos do complexo soja, o qual vem contribuindo significativamente para a economia do setor primário, como também na balança comercial do país (CONAB, 2013).

Um dos importantes fatores que impedem a soja de atingir altas produtividades está a ocorrência de doenças. Entre as doenças fúngicas presente nas lavouras de soja, está a mancha olho-de-rã, provocada pelo fungo *Cercospora sojina* (sin. *Cercospora sojina*), que é considerada uma das principais doenças foliares, podendo atacar o caule, as vagens e as sementes. *C. sojina* foi descrito pela primeira vez, no Brasil, por Yorinori (1971), através de um lote de sementes da cultivar Bragg, originado dos EUA, que foi introduzido na Estação Experimental do IPEAME, em Ponta Grossa. O patógeno dissemina-se por sementes, razão pela qual se espalhou pelas principais regiões cultivadas com soja, no país.

Entre os métodos de controle, destacam-se o controle químico e uso de materiais genéticos com fontes de resistência distintas. O uso de cultivares resistente e o tratamento de sementes com fungicidas são fundamentais para evitar a introdução do fungo ou de novas raças do patógeno em áreas onde ela não esteja presente (TECNOLOGIAS, 2013).

Atualmente, há evidências da ocorrência de 25 raças desse patógeno no Brasil (YORINORI; KLINGELFUSS, 2000; TECNOLOGIAS, 2013). Entre os métodos que permitem visualizar diferenças entre raças estão os métodos moleculares. Um deles utiliza amplificações via PCR (*Polymase Chain Reaction*) de vários genes, ou parte de genes, tais como a região do ITS (*internal transcribed spacer*), partes do gene da β - tubulina e do fator de alongamento, entre outros

O objetivo deste trabalho foi identificar a diversidade genética de isolados, oriundos de diferentes regiões do Brasil pela análise da região do ITS e parte do gene de β - tubulina.

Material e métodos

Para os estudos moleculares foram utilizados 10 isolados de *Cercospora sojina* obtidos a partir de amostras de folhas infectadas, que foram coletadas em diferentes regiões produtoras de soja do Brasil. Os locais de coleta dos isolados foram : CS? Alto da Garça – MT, CS 2 Campinas – SP, CS 4 São Gabriel do Oeste – MT, CS 4 Ivatuba – PR, CS 7 Balsas – MA, CS 15 Tangará da Serra – GO, CS 17 São Gotardo – MG, CS 23 Niquelandia – GO, CS 24 Santa Filomena – PI, CS 25 Balsas – MA.

A partir desses isolados extraiu-se o DNA seguindo o protocolo descrito por Zolan e Pukkila (1986), com modificações. Após a extração do DNA, o mesmo foi quantificado em espectrofotômetro Nano Drop® e sua integridade foi analisada por meio de eletroforese em gel de agarose 1,3%. As amostras foram diluídas para se obter uma concentração final de 10 ng/ μ l por amostra. A PCR foi realizada com primers específicos para amplificação da região ITS e β - tubulina do genoma da *C. sojina*.

Para se obter o perfil de corte para cada isolado foram feitas digestões com enzimas de restrição. Utilizaram - se cinco tipos de enzimas, com diferentes sítios de corte: Alu I, Hha I, Eco R1, Hind III, BamH I. Os fragmentos amplificados foram separados em gel de agarose a 1,3% em tampão SB 1x por eletroforese. Para comparar o tamanho dos fragmentos amplificados, utilizou-se marcador molecular de 100pb. Os resultados foram fotodocumentados utilizando L.Pix – transiluminator UVB.

Resultados e discussão

Cercospora sojina tem capacidade de desenvolver novas raças fazendo com que cultivares de soja resistentes se tornem suscetíveis à doença (YORINORI, 1989; ARIAS et al, 1996). Isto foi observado por ARIAS et al. (1996) com a cultivar Santa Rosa, anteriormente usada como resistente à mancha olho-de-rã no início da década de 1990, que tornou-se, ainda nessa década, suscetível à doença. ARIAS et al (1996) estudaram a herança

da resistência das raças 4 e 15 de *C. sojina* cruzadas com as cultivares Davis, Paraná, Santa Rosa, BR-27 e Bragg. Os autores concluíram que a resistência a estas raças é conferida por uma série de alelos múltiplos, onde provavelmente ocorrem genes distintos para a raça 4 sendo um gene proveniente da cv. Davis, outro da cv. Paraná e o terceiro da BR 27, cada um conferindo resistência independente de outra.

Desde então, com a evolução de técnicas moleculares, tem havido uma busca incessante por marcadores moleculares que permitam caracterizar as raças, sem a utilização de métodos biológicos, através de inoculações artificiais em plantas indicadoras.

O DNA de dez isolados de *C. sojina* foram amplificados por PCR com primers específicos e não se verificou diferença no gene ITS, já que os dez isolados apresentaram um único fragmento com 450 pb, após digestão com as cinco enzimas testadas.

Para o gene de β -tubulina digerido com as mesmas enzimas de restrição, constatou-se que as enzimas Alu I e Hha I provocaram cortes que diferenciaram os isolados CS 23 e CS 25 (Figura 1). Isso representa que o perfil desses isolados possuem características distintas dos demais, o que pode indicar que esses isolados pertencem a raças diferentes.

Essas diferenças podem ser úteis para um estudo mais abrangente de diferenciação de raças, com a inclusão de mais genes, como fator de alongamento, calmodulina, histona H3 e actina, seguindo-se a clonagem e sequenciamento para melhor caracterização das raças desse fungo.

Conclusão

A análise da região do ITS digerido com cinco enzimas de restrição não permitiu diferenciar os dez isolados de *C. sojina*.

A análise do gene de β - tubulina com as enzimas Alu I e Hha I permitiu diferenciar dois isolados (CS 23 e CS 25) dos demais.

Referências

ARIAS, E.R.A. **Teste de escala conjunta na estimação de parâmetros genéticos em soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1996. 86p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento**. Brasília: 2013.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contexto mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 46 p. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA: Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

VELLO, N.A. Métodos de melhoramento da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992, p.1.

YORINORI, J.T. Doenças: In: Ministério da Agricultura. IPEAME. **Soja no Paraná..** 1971. p.13-16. (Circular, 9).

YORINORI, J.T.; KLINGELFUSS, L.H. Novas raças de *Cercospora sojina* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, p.509-512, 2000.

ZOLAN, M.; PUKKILA, P. Inheritance of DNA methylation in *Coprinus cinereus*. **Molecular and Cell Biology**, v. 6, p. 195-200, 1986.

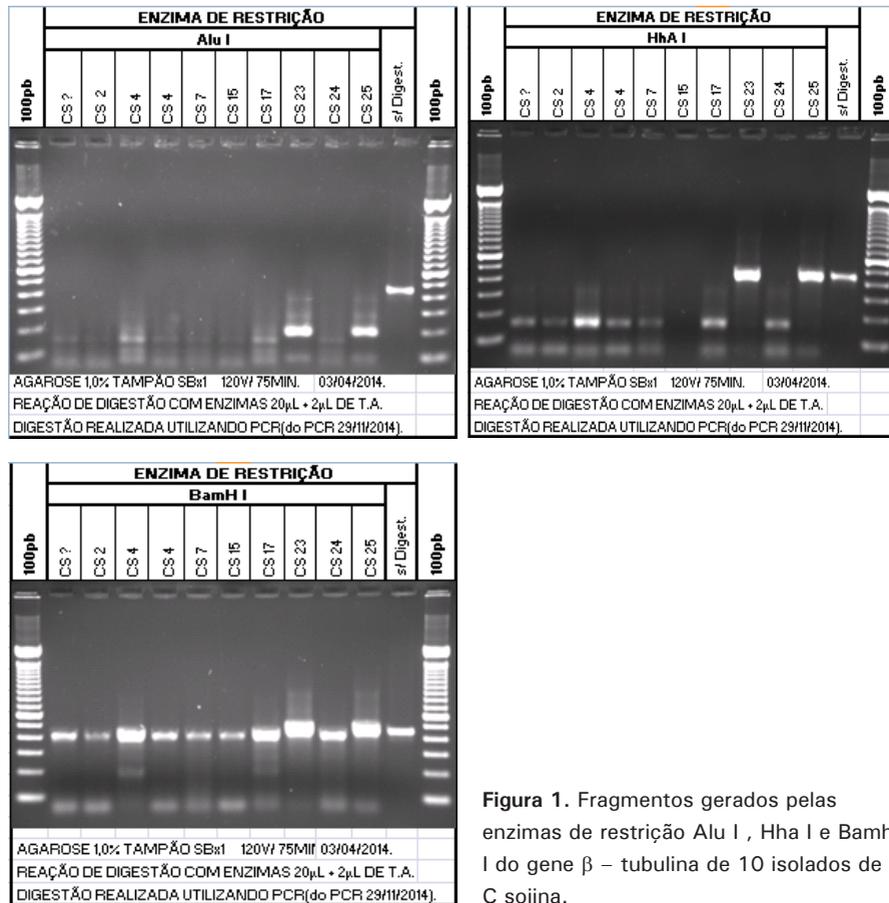


Figura 1. Fragmentos gerados pelas enzimas de restrição Alu I, Hha I e BamH I do gene β - tubulina de 10 isolados de C sojina.

Análise de atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de manejo e profundidades pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína.

OLIVEIRA, K .B¹., NASCIMENTO, G.M¹., BRIZOLA, D.C¹., OLIVEIRA, T. B. M¹ ., ALMEIDA, A .M.R²., OLIVEIRA, M.C.N² | ¹Universidade Norte do Paraná, ²Embrapa Soja, . Londrina, Paraná, e-mail: alvaro.almeida@embrapa.br.

Introdução

A atividade microbiana participa de diversos processos importantes no solo. Fungos, bactérias e actinobactérias atuam na formação do solo, decomposição de resíduos orgânicos, animais e vegetais, ciclagem de nutrientes, entre outros processos. Como os microorganismos também possuem seus requerimentos nutricionais, parte dos nutrientes liberados durante o processo de decomposição pode ser imobilizado na biomassa microbiana. ROSCOE et al. (2006) relatam uma relação bastante estreita entre o teor de matéria orgânica e a atividade microbiana do solo, mostrando que alterações significativas na biomassa microbiana podem ser detectadas com antecedência quando comparadas a mudanças na matéria orgânica do solo. Assim, a avaliação da atividade microbiana tem sido proposta como

indicador sensível do aumento ou diminuição do teor e da qualidade da matéria orgânica do solo, e no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agrícola. Diferentes métodos podem ser usados para medição da atividade microbiana, sendo ainda hoje, o método fumigação-extração descrito por VANCE et al., (1987) o mais utilizado. Dentre estes métodos, tem-se a medição da atividade microbiana do solo pela hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA), que avalia a atividade hidrolítica indiscriminada. Segundo COSTA et al. (2000), o FDA é hidrolisado por várias enzimas (lípsases, proteases e esterases), presentes nos microrganismos e vem sendo usado para avaliar a atividade microbiana do solo.

Este trabalho teve como objetivo determinar a atividade microbiana de amostras de solo em diferentes sistemas de manejo e profundidades por meio do método de hidrólise de diacetato de fluoresceína.

Material e métodos

As coletas foram realizadas na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, Londrina/PR, em quatro áreas diferentes: uma área sob vegetação nativa, utilizada como referência para as determinações das propriedades microbiológicas do solo, e três outras áreas (pós-colheita), com cultivos de soja (*Glycine max (L.) Merril*), girassol (*Helianthus annuus L.*), e milho (*Zea mays L.*). O solo das quatro áreas foi caracterizado como Nitossolo Vermelho eutrófico. As práticas de manejo químico e biológico adotado (adubação, calagem e nutrição) foram as mesmas para todas as áreas, exceto para área IV.

As áreas avaliadas apresentavam as seguintes características:

- **Área I:** Consistiu de um cultivo anual de soja, manejada em sistema plantio direto (SPD) por dois anos consecutivos (de 2012 a 2014) sem rotação de culturas durante esse período.
- **Área II:** Consistiu de um cultivo anual de girassol, manejado nos últimos cinco anos em SPD, sem rotação com outras culturas durante esse período.

- **Área III:** Consistiu de um cultivo de milho, manejado nos últimos dois anos consecutivos em SPD.
- **Área IV:** Localizada paralelamente entre a área I e III, consistindo em uma faixa sob vegetação nativa.

As coletas foram realizadas por meio de um trado de 30 cm de profundidade, retirando-se o solo com auxílio de uma espátula na profundidade de 0-5 cm, 5-10 e, posteriormente, de 10-20 cm.

As amostras de solo foram homogeneizadas para obtenção das amostras compostas e acondicionadas em sacos de *polietileno*, *etiquetadas e levadas ao laboratório, onde se iniciou o processo de análise no período de 24h*. A determinação da umidade das amostras foi efetuada pelo método gravimétrico, secando em estufa 10g de solo de cada amostra a 104 °C por 24 h. Para o peneiramento das amostras foi utilizado malha de abertura 2,0 mm, antes deste processo, foram expostas ao ar, em temperatura ambiente, por uma hora.

A atividade microbiana foi determinada pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) descrito por SCHUNER e ROSSWALL et al. (1982) e adaptado por COSTA et al. (2000).

A solução stock FDA foi incubada (banho Maria) a 100°C por 1 hora, e armazenada em câmara fria até o início das análises.

Para análise, foi colocado 5g de solo de cada amostra (em duplicata), em erlenmeyers com capacidade de 250ml, nos quais foram adicionados 20ml de solução tampão fosfato de potássio e 200µl de solução stock de FDA (0,2%), sendo transferidos para o agitador orbital por 20 minutos a 160rpm/min. Após esse processo, foi adicionado 20ml de acetona por amostra para paralisar a reação de hidrólise. A suspensão foi filtrada em filtro do tipo Watman 1 durante 10 minutos e, em seguida, realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro (modelo Gênesis 10uv), no comprimento de onda de 490nm, para a determinação da quantidade de fluoresceína hidrolisada.

Foi elaborada uma curva padrão nas concentrações de 0, 100, 200, 300 e 400 μ g de FDA já hidrolisado. Neste processo 5g de solo de cada amostra (em duplicata) foi colocado em erlenmeyer, no qual foi adicionado 15ml de solução tampão fosfato de potássio e o volume de cada tubo (5ml) da curva, de acordo com cada concentração, totalizando um volume de 20ml. Após isso, cada erlenmeyer foi transferido para o agitador orbital por 20 minutos a 160rpm/min. Foi adicionado 20ml de acetona por amostra e realizada a filtragem durante 10 minutos. A leitura da absorbância em espectrofotômetro foi feita imediatamente após a filtragem para evitar a evaporação da acetona, no comprimento de onda de 490nm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas. Em parcelas, quatro culturas (soja, girassol, milho e mata) e em subparcelas, três profundidades (0-5, 5-10 e 10-20cm). Com os valores das absorbâncias da curva, para cada tratamento, calculou-se a inclinação (b) e intercepção (a). Os resultados foram submetidos a análise de variância e foi aplicado o teste de comparações múltiplas de medias por Duncan ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

De acordo com a interação entre culturas, soja, girassol, e milho, a mata nativa foi o tratamento com maior atividade microbiana do solo. (Tabela 1) Na profundidade de 0-5 cm, observou-se que a quantidade de FDA hidrolisada foi de 2,99 μ g/FDA hidrolisado/g solo seco/min.

A quantidade de fluoresceína hidrolisada está relacionada com a maior quantidade de enzimas liberadas pelos microrganismos, o que pode estar diretamente associado com a quantidade de matéria orgânica das amostras. Assim, a maior atividade microbiana nas três profundidades avaliadas no tratamento com mata nativa pode ser atribuída ao maior acúmulo de matéria orgânica do solo, e também por uma maior biodiversidade vegetal em relação aos outros tratamentos.

Nas áreas sob uso agrícola cultivadas com soja, girassol e milho, os resultados obtidos foram semelhantes, mas relativamente menores

comparados aos índices de atividade microbiana da mata, que foi considerada como padrão nas condições deste estudo.

A análise da área de soja apresentou um valor médio de 1,70 μ g FDA hidrolisado/g solo seco/min. de solo na camada de 0-5 cm, demonstrando um pequeno acréscimo comparado as áreas de milho e girassol, que obtiveram 1,49 e 1,15 μ g FDA hidrolisado/g solo seco/min. de solo, respectivamente, na camada mais superficial do solo, Isto pode ser atribuído ao acúmulo de resíduos vegetais, na superfície do solo, relacionado ao SPD, o que provavelmente estimulou a atividade microbiana.

A atividade microbiana nas camadas 5-10 e 10-20 cm foi menor comparativamente à camada de 0-5 cm, em todos os tratamentos. Isto pode estar relacionado com a maior complexidade da matéria orgânica nas camadas mais profundas do solo, o que dificulta a ação dos microrganismos. Segundo HUNGRIA et al. (1995), restos vegetais que recobrem o solo influenciam na colonização dos microrganismos e sua atividade é maior nos cinco centímetros superficiais, devido a maior disponibilidade de nutrientes para os organismos do solo, provenientes de plantas vivas (raízes e outras estruturas subterrâneas) e de detritos (serapilheira, raízes mortas, exsudatos de raízes e matéria orgânica derivada da flora e da fauna).

O método de diacetato de fluoresceína mostrou-se eficiente como bio-índice da atividade microbiana, podendo ser utilizado para determinar a sua qualidade e auxiliar em estudos de monitoramento de solos. GODOI et al. (2001) também concluíram que o método de diacetato de fluoresceína foi um indicador eficaz da qualidade de solos de áreas degradadas, recuperadas ou nativas nos cerrados brasileiros

Conclusão

O solo da área da mata apresentou maior atividade microbiana, nas três profundidades amostradas e em todos os tratamentos a atividade das enzimas decresceu de acordo com o aumento das profundidades amos-

tradas, decorrente a diminuição do teor de matéria orgânica atribuído a cada cultura.

O método de diacetato de fluoresceína é um indicador sensível da atividade microbiana podendo ser utilizado no monitoramento da qualidade biológica do solo.

Referências

COSTA, J. L. S. et al. Biological control of Phytophthora root of avocado with microorganism grown in organic mulches. **Brazilian Journal of Microbiology**. São Paulo, v.31, n.4, p.239-246, 2000.

GHINI, R. et al. Método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) como indicador de atividade microbiana no solo e supressividade a *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**. Jaguariúna, v.24, n.3/4, p.239-241, 1998.

GODOI, L.C.L. Propriedades microbiológicas de solos em áreas degradadas e recuperadas na região dos cerrados goianos. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Universidade Federal de Goiás. 2001.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D.S.; COLOZZI FILHO, A.; BALOTA, E.L. & SANTOS, J.C. Ecologia microbiana em solos sob cultivo na região sul do Brasil. **Microbiologia do solo: Desafios para o século XXI**. Londrina, IAPAR/EMBRAPA - CNPSo, 1995. p.234-270.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F.B.; SANTOS, J. C. F.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. **Embrapa Agropecuária Oeste**. p. 163-198, 2006.

SILVA, M.; SIQUEIRA, E. R.; COSTA, J. L. S. Hidrólise de diacetato de fluoresceína como bioindicador da atividade microbiana de um solo submetido a reflorestamento. **Ciência Rural**. Santa Maria – RS. V.34, n.5, p.1493-1496, 2004.

SHUNER, J.; ROSSWALL, T. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. **Applied and Environmental Microbiology**. Washington, v.43, p.1256-1261, 1982.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass.

Biochemistry. v. 19, p. 703-707, 1987.

Tabela 1: Relação entre a quantidade de FDA hidrolisado/g/solo seco/min de solo em diferentes sistemas de manejo e profundidade de avaliação. Embrapa Soja/Londrina-PR.

| | 0-5 | 5-10 | 10-20 |
|----------|---------------------------|----------|----------|
| Soja | 1,70 b A ^(1,2) | 1,45 b A | 1,04 b B |
| Girassol | 1,15 c A | 1,04 b A | 0,94 a A |
| Milho | 1,49 bc A | 1,17 b B | 0,87 c C |
| Mata | 2,99 a A | 2,66 a A | 2,80 a A |

¹Medias transformadas em $\sqrt{(x+0,5)}$.

²Medias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

Produtividade de grãos de trigo e de soja em função do estado de compactação de um Latossolo Vermelho

ARAÚJO, K.¹; ZINA, I¹; AGASSI, V.¹, MORAES, M. T.²; DEBIASI, H.³; FRANCHINI, J. C. ³; BALBINOT JR. A. A.³ | ¹ UNOPAR – Universidade Norte do Paraná; ²Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ³Embrapa Soja.

Introdução

Pesquisas têm demonstrado que, no sistema plantio direto (SPD), ocorre a formação de uma camada de solo caracterizada por um maior grau de compactação, localizada, geralmente, entre 10 e 20 cm de profundidade (FRANCHINI et al., 2011). Além de aumentar a resistência do solo à penetração das raízes (CAVALIERI et al., 2006), o que limita a profundidade e o volume de solo explorado pelas raízes em busca de água e nutrientes (BERGAMIN et al., 2010), a compactação do solo reduz a porosidade total, a macroporosidade, a capacidade de infiltração de água, a aeração e a condutividade hidráulica (DIAS JUNIOR; PIERCE, 1996). Essas modificações podem diminuir a produtividade das culturas, entre elas a soja (*Glycine max* L. Merrill) e o trigo (*Triticum aestivum* L.), especialmente em anos secos e/ou com excesso de chuvas (TORRES; SARAIVA, 1999), bem como pode aumentar as perdas de

nutrientes, as emissões de gases causadores do efeito estufa e a poluição dos recursos hídricos, além de alterar o ciclo hidrológico (LIPIEC et al., 2003). Adicionalmente, aumentos na incidência e severidade de doenças radiculares causadas por fungos como *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp., *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora sojae* e *Rhizoctonia solani* têm sido relacionados à existência de camadas compactadas de solo (TORRES et al., 2010).

Existem diversos indicadores do estado de compactação do solo, sendo a resistência mecânica do solo à penetração (RP), a macroporosidade e a densidade do solo os mais utilizados. A determinação de níveis críticos para estes indicadores, acima ou abaixo dos quais o estado de compactação é considerado limitante ao desenvolvimento das culturas, tem sido objeto de várias pesquisas, conforme relatado por Reichert et al. (2007). No entanto, a maioria destes estudos foi realizada em uma época em que os sistemas de produção, o manejo das culturas, o potencial produtivo e o ciclo das cultivares de soja e de trigo eram diferentes em comparação aos dias atuais. Assim, a resposta da soja e do trigo à compactação do solo pode ter sido modificada, sendo necessários novos estudos buscando detectar níveis críticos dos indicadores de qualidade física do solo.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do estado de compactação do solo na produtividade de grãos da soja e do trigo, buscando a determinação dos limites críticos de indicadores de qualidade física do solo.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina/PR, (23° 12' S, 51° 11' W e 585 m de altitude) sobre um Latossolo Vermelho Distroférrico (784 g kg⁻¹ de argila na camada de 0-30 cm de profundidade). O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köppen, com médias anuais de 20°C de temperatura e de 1340 mm de precipitação pluviométrica. Entre os anos de 1991 e 2009, a área foi manejada em SPD,

com a rotação soja/milho (*Zea mays* L.) no verão e trigo/aveia (*Avena strigosa* Schreb.) no inverno. De 2010 a 2012, a área foi mantida sob cobertura de *Urochloa ruziziensis* (sem pastejo), que foi dessecada aos 90 dias e aos 20 dias antes da aplicação dos tratamentos, com a utilização do herbicida glifosato nas doses de 1.800 e 1.080 g e.a ha⁻¹.

A implantação do experimento foi realizada em fevereiro de 2013, seguindo o delineamento experimental de blocos completos casualizados com 12 repetições. Os tratamentos (parcelas de 5 m x 15 m) consistiram de quatro estados de compactação (EC) estabelecidos por diferentes intensidades de tráfego e mobilização do solo: EC1 = sistema plantio direto (SPD) com mobilização de solo por meio de um escarificador de 5 hastes espaçadas 35 cm entre si, equipado com rolo destorroador e ponteiros com 8 cm, sendo a profundidade média de escarificação equivalente a 25 cm; EC2 = SPD sem compactação adicional e sem escarificação; EC3 = SPD com compactação adicional por 4 passadas de um trator CBT 4 x 2 TDA, modelo 8060, equipado com estrutura para pá/concha na dianteira, pneus dianteiros 14.9-24 R1 e traseiros 18.4-34 R1, completo em lastros (metálicos e líquido nos pneus), com massa total de 7,2 Mg; e EC4 = SPD com compactação adicional por 8 passadas de uma colhedora SLC 6200 com o depósito de grãos vazio, equipada com plataforma de colheita de milho (4 linhas), pneus dianteiros 18.4-30 R1 e traseiros 9.00-16, com massa total de 9,5 Mg. No momento da realização dos tráfegos, o solo se encontrava na capacidade de campo (conteúdo de água do solo na camada de 0-20 cm de 0,33 g g⁻¹). A escarificação foi realizada quatro dias depois, quando o solo se encontrava em sua consistência friável (conteúdo de água de 0,29 g g⁻¹, na camada de 0-20 cm).

A semeadura do trigo (cultivar BRS Pardela) foi realizada em 06/05/2013, por meio de uma semeadora-adubadora equipada com sulcadores de adubo e semente do tipo disco defasado, dosadores de adubo do tipo roda dentada e de sementes do tipo rotor acanalado. A semeadura foi regulada de forma a se obter uma população de 250 plantas m⁻², com um espaçamento entrelinha de 17 cm, sendo as sementes distribuídas a uma profundidade média de 3 cm. A adubação de base

consistiu da aplicação de 260 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O 8-20-20 na linha de semeadura. Aos 35 dias após a semeadura da cultura, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura, a lanço, na forma de sulfato de amônio. A soja (cultivar BRS-359RR) foi semeada no dia 10/10/2013, empregando-se uma semeadora-adubadora equipada com sulcadores de adubo e semente do tipo haste e disco duplo desencontrado, respectivamente, dosadores de adubo do tipo rosca sem fim (Fertisystem), e de sementes do tipo disco perfurado vertical a vácuo. A semeadora foi regulada visando à obtenção de uma população de 300 mil plantas ha⁻¹, com um espaçamento de 45 cm entrelinhas. A profundidade média de semeadura foi de 5 cm, e a haste sulcadora foi regulada para depositar o fertilizante (N-P₂O₅-K₂O 0-20-20, 270 kg ha⁻¹) a uma profundidade média de 10 cm. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para o trigo e a soja na região.

Na segunda quinzena de abril de 2013, amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas em três camadas do solo (0-10; 10-20; e 20-30 cm), usando anéis de aço inox com volume de 100 cm³ (5 cm de altura e 5 cm de diâmetro interno). Os anéis foram inseridos verticalmente no solo por meio de um dispositivo amostrador acoplado ao uma camionete. Foram coletados dois anéis por parcela e camada, totalizando 288 amostras. Em laboratório, as amostras foram utilizadas para a determinação da densidade do solo, da porosidade total, macroporosidade e microporosidade, conforme metodologias descritas em EMBRAPA (1997). A RP foi determinada na segunda quinzena de setembro de 2013, no período entre a colheita do trigo e a semeadura da soja, por meio de um penetrômetro digital marca Falker, equipado com cone de 130 mm² de área de base e 30° de ângulo em relação à vertical. Foram realizadas 10 leituras espaçadas 15 cm entre si, sobre um transecto às linhas de semeadura do trigo, em 6 das 12 parcelas que compõe as repetições de cada tratamento. Os dados de RP foram medidos na profundidade de 0 a 30 cm, com resolução de 1 cm, sendo calculados os valores médios nas camadas de 0-10, 10-20, e 20-30 cm. Adicionalmente, no momento da determinação da RP, foram coletadas amostras deformadas de solo para avaliação do conteúdo de água do solo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm por meio de trado. A produtivi-

dade de grãos do trigo e da soja foi determinada por meio da colheita mecânica de 12 m das 14 e 6 linhas centrais, respectivamente. A área útil da parcela para avaliação da produtividade do trigo e da soja foi de 28,56 m² e 32,4 m², respectivamente. Após a colheita, os grãos foram limpos, pesados e os valores corrigidos para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA, Teste F, $p \leq 0,05$). No caso dos atributos físicos do solo, a ANOVA foi realizada em separado para cada camada avaliada. Em havendo efeito significativo dos estados de compactação, a comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada por meio do teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Tanto a ANOVA quanto o teste de médias foram realizados com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). A relação entre os atributos físicos de solo e a produtividade de grãos de trigo e soja foi determinada por meio de análise de regressão, utilizando o programa Sigmaplot® 9.0 (Systat software, Inc.).

Resultados e discussão

Não houve diferenças significativas no conteúdo de água do solo no momento da determinação da RP, em todas as camadas avaliadas. Em média, o conteúdo médio de água no momento da determinação da RP foi 0,32 g g⁻¹ em todas as camadas avaliadas, o qual corresponde à capacidade de campo deste Latossolo. Os valores de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e RP indicam que o grau de compactação do solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm aumentou proporcionalmente com incremento da intensidade do tráfego (Tabela 1), conforme já relatado por MORAES et al. (2013). Por outro lado, a escarificação do solo no tratamento EC1 resultou no menor grau de compactação do solo nestas camadas. Na camada de 20-30 cm, as diferenças entre os tratamentos foram menores e, de modo geral, revelaram um maior grau de compactação nos tratamentos com compactação adicional pelo tráfego de trator (EC3) e colhedora (EC4) em relação ao SPD escarificado (EC1) e ao SPD sem tráfego e escarificação (EC2), os quais não diferiram significativamente entre si. Isso demonstra que o efeito do tráfego tanto da colhedora quanto do trator

alterou a qualidade física do solo até, pelo menos, 30 cm de profundidade. Os resultados comprovam a existência de diferenças na qualidade física do solo entre os diferentes estados de compactação do solo, principalmente nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, o que é pré-requisito para estudos visando o estabelecimento de limites críticos para atributos físicos do solo. Além disso, os dados da Tabela 1 indicam que os indicadores com maior sensibilidade aos diferentes estados de compactação do solo foram, em ordem, macroporosidade, RP e densidade do solo, concordando com Debiasi e Franchini (2012). Cabe salientar ainda que a sensibilidade da RP tende a ser maior caso a mesma seja avaliada em condição de solo mais seco (MORAES et al., 2013).

A produtividade de grãos de trigo não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 2). Dessa forma, não houve correlação significativa entre a produtividade do trigo e os atributos físicos avaliados nas três camadas de solo. Resultados similares foram obtidos por Collares et al. (2008) que, em trabalho conduzido sobre um Latossolo Vermelho argiloso (607 g kg⁻¹ de argila), concluíram que a produtividade do trigo não foi significativamente alterada tanto pelo compactação por quatro passadas de uma pá carregadeira com 16,6 Mg de massa total, quanto pela escarificação, em relação ao tratamento sem compactação e sem escarificação. Entretanto, reduções significativas da produtividade de grãos de trigo em função do aumento do estado de compactação do solo foram detectadas nos estudos conduzidos por Silva (2003) e Secco et al. (2004). É provável que a falta de resposta da produtividade do trigo ao aumento do estado de compactação do solo esteja associada à adequada disponibilidade hídrica durante o ciclo da cultura, conforme verificado por Torres e Saraiva (1999). Cabe ainda salientar que a produtividade do trigo não foi beneficiada pela realização de escarificação no SPD, concordando com Franchini et al. (2012).

Por outro lado, a produtividade de grãos da soja variou significativamente em função dos estados de compactação (Tabela 2). Os resultados demonstram que o tratamento com maior compactação (EC4) resultou na menor produtividade de grãos da soja, sem diferir, no entanto, do tratamento escarificado (EC1). Reduções da produtividade

de grãos da soja em função do aumento do estado de compactação do solo foram observadas em outros estudos (BEUTLER et al., 2005; SUZUKI et al., 2007; BEUTLER et al., 2008), e estão provavelmente relacionadas à redução da disponibilidade hídrica pela menor infiltração de água e pela restrição ao desenvolvimento radicular da cultura. Dentro os atributos físicos estudados, o único que foi significativamente correlacionado com a produtividade de grãos da soja foi a RP na camada de 0-20 cm (Figura 1). A produtividade de grãos da soja variou de forma quadrática em função do aumento da RP (Figura 1), demonstrando que um grau de compactação muito baixo (resultado da escarificação) ou muito alto (resultado do tráfego de máquinas) reduziu o potencial produtivo da cultura. Beutler et al. (2005) também obtiveram resposta quadrática da produtividade de grãos da soja ao aumento do grau de compactação do solo, em Latossolos de textura média e argilosa. A equação da Figura 2 indica que a máxima produtividade de grãos da soja ocorre com uma RP de 1477 kPa (camada de 0-20 cm), determinada com o solo na capacidade de campo. No entanto, reduções de 10% e de 40% em relação à máxima produtividade de grãos da soja ocorrem a partir de valores de RP de 2,5 MPa e 3,5 MPa, respectivamente. Isso indica que os limites críticos de RP devem ser maiores do que o valor de 2 MPa (Taylor et al., 1966), amplamente indicado nas bibliografia. Em trabalho conduzido no mesmo tipo de solo, Moraes et al. (2014) também concluíram que os limites críticos de RP em SPD consolidado devem ser aumentados. É importante destacar ainda que os resultados da Tabela 2 e Figura 1 evidenciam que a escarificação não se mostrou uma prática tecnicamente viável mesmo quando comparada ao tratamento com maior grau de compactação, podendo inclusive reduzir a produtividade de grãos da soja, conforme já relatado por Debiasi et al. (2010) e Franchini et al. (2012).

Conclusões

- Considerando o sistema de produção trigo/soja, valores de RP acima de 2,5 MPa, medidos em um conteúdo de água equivalente à capacidade de campo, indicam um estado de compactação crítico neste Latossolo Vermelho Distroférrico muito argiloso.

- A escarificação do solo não proporciona aumento da produtividade de grãos do trigo e, no caso da soja, pode reduzir o potencial produtivo da cultura.

Referências

- BERGAMIN, A. C.; VITORINO, A. C. T.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, C. M. A.; SOUZA, F. R. compactação em um Latossolo Vermelho distroférrico e suas relações com o crescimento radicular do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 681-691, 2010.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Densidade relativa ótima de latossolos vermelhos para a produtividade de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 843-849, 2005.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P; Soil Resistance to Penetration and Least Limiting Water Range for Soybean Yield in a Haplustox from Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p.863-871, 2008.
- CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 137-147, 2006.
- COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 933-942, 2008.
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1180-1186, 2012.
- 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, p. 603-612, 2010.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N. de; TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil. **Field Crops Research**, v. 137, p. 178-185, 2012.

DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 175-182, 1996.

EMBRAPA. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.

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.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; TONON, B.C.; FARIAS, J.R.B.; OLIVEIRA, M.C.N. & TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil, **Field Crops Research**, v. 137, p. 178-185, 2012.

LIPIEC, J.; ARVIDSSON, J.; MURER, E. Review of modeling crop growth, movement of water and chemicals in relation to topsoil and subsoil compaction. **Soil and Tillage Research**, v. 73, p. 145-170, 2003.

MORAES, M. T. de; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. da. Soil penetration resistance in a Rhodic Eutrudox affected by machinery traffic and soil water content. **Engenharia Agrícola**, v. 33, p. 748-757, 2013.

MORAES, M. T. de; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. Critical limits of soil penetration resistance in a Rhodic Eutrudox. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 288-298, 2014.

REICHERT, J. M.; SUZUKY, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 5, p. 49-134, 2007.

SECCO, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 797-804, 2004.

SUZUKI, L. E. A. S; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; LIMA, C. L. R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1159-1167, 2007.

SILVA, V. R. **Propriedades físicas e hídricas em solos sob diferentes estados de compactação**. 2003. 171 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Biodinâmica de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER JR., J. J. Soil strength-root penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. (*Glycine max*), v.102, p. 18-22, 1966.

TORRES, E.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; ODILON FERREIRA SARAIVA; ALMEIDA, A.M.R. Manejo do solo na prevenção de doenças radiculares. In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. (Ed.) **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 207-279.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: EMBRAPA Soja, 1999. 58 p. (EMBRAPA Soja, Circular Técnica, 23).

Tabela 1. Densidade (DS), porosidade total (PT), macroporosidade (MA), microporosidade (MI) e resistência mecânica à penetração (RP) do solo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, em diferentes estados de compactação de um Latossolo Vermelho Distroférico. Embrapa Soja, Londrina/PR, 2013.

| Estado de compactação ¹ | DS | PT | MA | MI | RP |
|------------------------------------|--------------------|--------|--------------------------------|---------|--------|
| | Mg m ⁻³ | | m ³ m ⁻³ | | kPa |
| | | | 0-10 cm | | |
| EC1 | 1,01 c | 0,58 a | 0,20 a | 0,38 c | 497 d |
| EC2 | 1,21 b | 0,55 b | 0,11 b | 0,44 b | 1476 c |
| EC3 | 1,35 a | 0,51 c | 0,04 c | 0,47 a | 1790 b |
| EC4 | 1,39 a | 0,50 c | 0,01 d | 0,48 a | 2458 a |
| | | | 10-20 cm | | |
| EC1 | 1,16 c | 0,55 a | 0,12 a | 0,43 c | 968 c |
| EC2 | 1,26 b | 0,54 a | 0,08 b | 0,45 b | 2177 b |
| EC3 | 1,34 a | 0,51 b | 0,05 c | 0,46 ab | 2092 b |
| EC4 | 1,37 a | 0,51 b | 0,03 d | 0,48 a | 2582 a |
| | | | 20-30 cm | | |
| EC1 | 1,27 b | 0,52 b | 0,06 ab | 0,46 b | 1438 b |
| EC2 | 1,26 b | 0,54 a | 0,07 a | 0,47 b | 2224 a |
| EC3 | 1,32 a | 0,52 b | 0,04 b | 0,48 ab | 2334 a |
| EC4 | 1,33 a | 0,52 b | 0,04 b | 0,49 a | 2647 a |

¹ EC1 = sistema plantio direto (SPD) escarificado; EC2 = SPD sem compactação adicional e sem escarificação; EC3 = SPD com compactação adicional por 4 passadas de um trator com massa total de 7,2 Mg; e EC4 = SPD com compactação adicional por 8 passadas de uma colhedora com massa total de 9,5 Mg. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, dentro de cada camada, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Tabela 2. Produtividade de grãos do trigo e da soja em diferentes estados de compactação de um Latossolo Vermelho Distroférico. Embrapa Soja, Londrina/PR, safra 2013/2014.

| Estado de compactação ¹ | Produtividade de grãos | |
|------------------------------------|------------------------|---------------------|
| | Trigo | Soja |
| | | kg ha ⁻¹ |
| EC1 | 3100 n.s | 3090 ab |
| EC2 | 2908 | 3210 a |
| EC3 | 3061 | 3126 a |
| EC4 | 3009 | 2904 b |

¹ EC1 = sistema plantio direto (SPD) escarificado; EC2 = SPD sem compactação adicional e sem escarificação; EC3 = SPD com compactação adicional por 4 passadas de um trator com massa total de 7,2 Mg; e EC4 = SPD com compactação adicional por 8 passadas de uma colhedora com massa total de 9,5 Mg. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, dentro de cada camada, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p < 0,05). n.s. = não significativo (Teste F, p < 0,05).

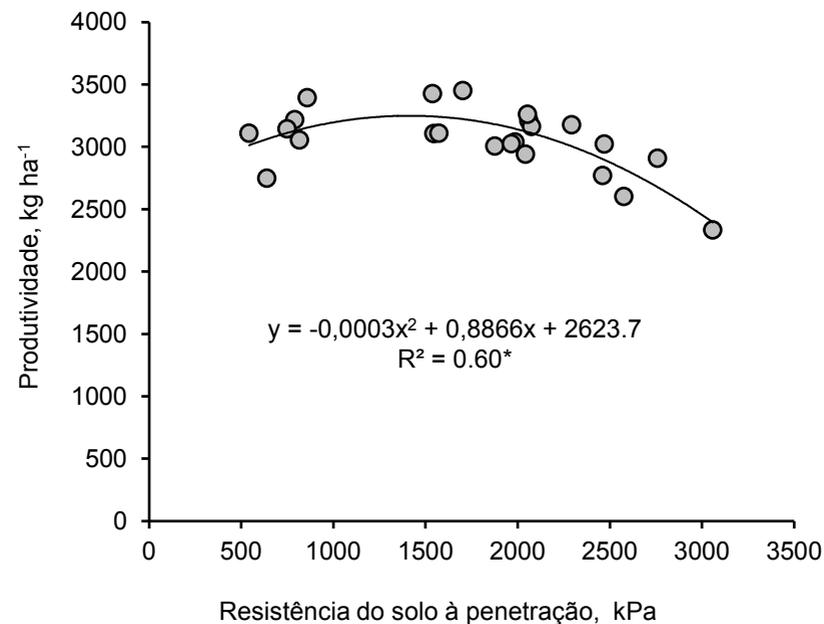


Figura 1. Relação entre a produtividade da soja e a resistência mecânica do solo à penetração média na camada de 0-20 cm em Latossolo Vermelho Distroférico. Embrapa Soja, Londrina/PR, safra 2013/2014.

Resistência de cultivares de soja a mancha bacteriana marrom, causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

BRACALE, MF¹. SOARES, RM². | ¹Graduanda Unifil, Bolsista Embrapa, Embrapa Soja, Londrina, Paraná; ² Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. e-mail: marina.bracale@gmail.com.

Introdução

A ocorrência da mancha bacteriana marrom no Brasil, causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges) Collins & Jones (CFF) foi confirmada em lavouras de soja na safra 2011/12, no Estado do Paraná (SOARES et al., 2013).

A primeira observação de CFF em soja ocorreu nos Estados Unidos, em 1975, e a doença foi nominada de “bacterial tan spot” (DUNLEAVY, 1983). Experimentos mostraram perdas máximas de produtividade de 18,8% em cultivares suscetíveis, com média de 12,5% de perdas (DUNLEAVY, 1984).

Trata-se de uma bactéria Gram positiva que sobrevive no campo em restos de cultura, em sementes e no solo, durante pelo menos dois períodos de inverno, podendo infectar plântulas durante a germinação

através da penetração do sistema vascular (EPPO, 2001; SOARES et al., 2013).

Os sintomas da doença são o aparecimento de lesões cloróticas (Figura 1) que, após secarem no centro, adquirem coloração bege (“tan spot”), transformando-se em lesões necróticas. A morte de plântulas ocorre no caso de infecção precoce. As plantas mais velhas costumam sobreviver ao ataque, mas o crescimento e a produtividade podem reduzir significativamente. Em alguns casos, sintomas de murcha também são observados em soja (HARVESON; VIDAVER, 2007).

Recomenda-se o uso de cultivares resistentes, o controle da sanidade das sementes e o manejo adequado da irrigação como métodos de controle, os quais visam limitar a ocorrência da doença a pequenos surtos (VENETTE et al., 1995).

Este trabalho tem como objetivo testar a resistência de cultivares de soja a mancha bacteriana marrom, causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

Material e métodos

Para a inoculação foi utilizado o isolado CFF 4, da coleção da Embrapa Soja. A bactéria foi cultivada em placas de Petri com meio de cultura NA, por 48 horas, a temperatura de 25 °C a 27 °C.

A semeadura dos materiais foi realizada em 16/07/2013, em casa de vegetação da Embrapa Soja com temperaturas variando entre 25 °C e 30 °C. Utilizaram-se vasos com 3 kg de solo, com 12 sementes por vaso. O experimento consistiu em testar 19 cultivares, sendo elas: BRS 133, BRS 184, BRS 232, BRS 257, BRS 262, BRS 282, BRS 284, BRS 317, BRS 361, BRS 295RR, BRS 316RR, BRS 334RR, BRS 359RR, BRS 360RR, BMX Potencia RR, BMX Apolo RR, NA 5909RG, NS 5858RR, Vmax RR (NK 7059RR).

A inoculação foi feita dia 01/08/2013, através do método da tesoura, que consiste em mergulhar a tesoura em suspensão de bactéria (100

mL de água destilada para duas placas de bactérias) para em seguida efetuar dois cortes, um em cada lateral do folíolo, feito em 10 trifólios, totalizando cinco plantas inoculadas por vaso (ROMEIRO, 2001).

A avaliação consistiu em duas datas de leitura, aos 15 e 32 dias após a inoculação. As plantas foram avaliadas quanto aos sintomas de clorose e necrose nas folhas, a partir do corte da tesoura (Figura 2), atribuindo-se notas conforme segue: 1) sem sintomas; 2) clorose; 3) clorose e necrose. A classificação dos níveis de resistência seguiu os seguintes critérios, baseado na média das notas: R = 1,0; MR = 1,1 a 2,0; S = 2,1 a 3,0.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 repetições.

A análise estatística consistiu na análise de variância e na comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, e foi feita com auxílio do software SASMI-Agri (CANTERI *et. al*, 2001).

Resultados e discussão

Observou-se que 15 dias após a inoculação dez cultivares apresentaram reação moderadamente resistente, mas que aos 32 dias, apenas três cultivares mantiveram essa característica, ou seja, ao final das leituras, cerca de 83% das cultivares testadas foram consideradas suscetíveis (Tabela 1). Nenhuma das cultivares testadas foram resistentes à doença.

De acordo com os estudos feitos por Maringoni e Souza (2003) com vinte cultivares de soja utilizando o isolado proveniente de feijoeiro, observou-se baixa severidade da doença em razão de possíveis mecanismos de resistência presentes na soja contra a colonização desse isolado, ao passo que, pelos resultados obtidos por esse experimento, o isolado de CFF de soja, inoculado em plantas de soja, resultou em alta severidade.

Ademais, os resultados são vistos como preocupantes, pois a maioria dos materiais testados foi considerada suscetível, sendo essas cultiva-

res de ampla comercialização no mercado agrícola. Contudo, sobressalta-se a existência de materiais com níveis de resistência a CFF.

Conclusão

Nenhuma das cultivares testadas foi resistente a bactéria, sendo uma minoria moderadamente resistente e a maioria suscetível.

Referências

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 Scoft-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n. 2, p.18-24. 2001.

DUNLEAVY, J.M. Bacterial tan spot, a new foliar disease of soybeans. **Crop Science**, v. 23, p. 473-476, 1983.

DUNLEAVY, J.M. Yield losses in soybeans caused by bacterial tan spot. **Plant Disease**, v. 6, p. 774-776, 1984.

EPPO. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **OEPP/EPPO Bulletin**, v. 41, p. 320–328, 2011.

MARINGONI, A.C.; SOUZA, E.L.C.de. Reação de cultivares de soja a isolado de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, proveniente de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 777-781, 2003.

ROMEIRO, R.S. **Métodos em bacteriologia de plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 279p.

SOARES, R.M.; FANTINATO, G.G.P.; DARBEN, L.M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.; SEIXAS, C.D.S.; CARNEIRO, G.E.S. First report of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on soybean in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 452-454, 2013.

VENETE, J.R.; LAMPA, R.S.; GROSS, P. L. First report of bean bacterial wilt caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens* in North Dakota. *Plant Disease*, v. 79, p. 966, 1995.

Tabela 1. Notas e reações obtidas a partir dos sintomas em soja causados por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

| Tratamento | 15 DAI* | | | 32 DAI | | |
|-----------------|-------------|---|-----------|-------------|---|--------|
| | nota** | | reação*** | nota | | reação |
| BRS 232 | 2,3 | a | S | 2,9 | a | S |
| BRS 284 | 2,4 | a | S | 2,9 | a | S |
| NS 5858 | 2,5 | a | S | 2,9 | a | S |
| BRS 360RR | 2,3 | a | S | 2,9 | a | S |
| BRS 334RR | 2,1 | a | S | 2,8 | a | S |
| BRS 317 | 1,8 | b | MR | 2,8 | a | S |
| BRS 282 | 1,2 | b | MR | 2,8 | a | S |
| V-Max RR | 1,7 | b | MR | 2,8 | a | S |
| BMX Potência RR | 2,5 | a | S | 2,7 | a | S |
| BRS 361 | 2,3 | a | S | 2,7 | a | S |
| BRS 184 | 1,9 | b | MR | 2,6 | a | S |
| BRS 262 | 2,4 | a | S | 2,6 | a | S |
| BRS 316RR | 2,0 | b | MR | 2,4 | a | S |
| BRS 133 | 2,5 | a | S | 2,3 | a | S |
| BRS 295RR | 1,6 | b | MR | 2,3 | a | S |
| BMX Apolo RR | 1,7 | b | MR | 2,3 | a | S |
| BRS 257 | 1,6 | b | MR | 1,8 | b | MR |
| BRS 359RR | 1,5 | b | MR | 1,7 | b | MR |
| NA 5909 RG | 1,4 | b | MR | 1,4 | b | MR |
| | C.V. (%) | | 24,28 | C.V. (%) | | 22,14 |

*DAI = dias após inoculação.

** Média das notas: 1) sem sintomas; 2) clorose; 3) clorose e necrose.

*** Níveis de resistência baseado na média das notas: R = 1,0; MR = 1,1 a 2,0; S = 2,1 a 3,0.



Figura 1. Foliolo de soja atacado por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* apresentando lesões cloróticas e necróticas.



Figura 2. Foliolo de soja inoculado pelo método da tesoura com *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* apresentando lesões cloróticas e necróticas ao longo do corte.

Biologia de *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) em Soja *Bt* e não-*Bt*

SILVA, G.V.¹; BORTOLOTTI, O.C.²; BIATO, R.R.³; TONSIC, D.H.⁴; POMARI, A.F.⁵; YATIE, A.M.²; BUENO, A.F.⁶; ¹Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, km 380 – CEP - 86057-970 Londrina PR; ²Universidade Federal do Paraná, Rua XV de Novembro, 1299 – CEP - 80060-000 – Curitiba PR; ³Universidade Estadual do Norte do Paraná, PR 160, Km 0, CEP 86300-000 Cornélio Procopio – PR; ⁴Centro Universitário Filadélfia, Av. Juscelino Kubitschek, 1626 – Caixa Postal 196 – CEP - 86020-000 – Londrina PR; ⁵Instituto Agronômico do Paraná, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – CEP - 86047-902 – Londrina PR; ⁶Embrapa-CNPSO, Rodovia Carlos João Strass – Caixa Postal 231 – CEP – 86001- 970 Londrina PR.

Introdução

A soja apresenta atualmente grande importância econômica para o Brasil, sendo que sua área cultivada na última safra alcançou os 30 milhões de hectares. Além da extensão ocupada, grande também é quantidade de pragas que a ataca, desde o plantio até a colheita. Em relação ao período vegetativo da cultura, o complexo de lagartas assume importante papel, sendo *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Erebididae) e *Crhysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) as principais. Além disso, lagartas do gênero *Spodoptera* também atacam amplamente a cultura, dentre elas a *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae).

Tradicionalmente, o controle destas pragas é realizado através do uso de inseticidas, porém esta ação causa inúmeros danos ao ambiente como um todo. Assim, uma alternativa encontrada é o uso de plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos, as plantas *Bt*, sendo que uma das cultivares liberadas para utilização expressa a proteína Cry1Ac.

Esta cultivar apresenta controle eficiente sobre *A. gemmatalis* e *C. includens* (BERNARDI et al., 2012), porém, seu efeito sobre lepidópteros não-alvo é desconhecido. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a biologia de *Spodoptera cosmioides* desenvolvida em isolinhas de soja *Bt* e não-*Bt*.

Material e métodos

A soja utilizada foi desenvolvida e disponibilizada pela empresa Monsanto do Brasil Ltda. Foram utilizadas as isolinhas de soja não *Bt* A5547, e soja *Bt* MON87701 x MON89788, que expressa a proteína Cry1Ac. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, seguindo as recomendações necessárias para a cultura.

Os experimentos foram conduzidos sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) umidade relativa (UR - de $60 \pm 10\%$) e fotofase de (14 h). O estudo dos parâmetros biológicos foi esquematizado em delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições (sub-parcelas de oito indivíduos cada), totalizando 80 lagartas.tratamento⁻¹. Os espécimes foram individualizados em copos parafinados e diariamente foi ofertado alimento de acordo com a necessidade. 24 h após os insetos atingirem a fase de pupa, procedeu-se a identificação de machos e fêmeas, e posteriormente foram pesados (g) em balança analítica. Após a pesagem, as pupas foram mantidas sob observação até a emergência dos adultos. O consumo foliar de soja *Bt* e não *Bt* foi avaliado a partir do 5º ínstar, onde as folhas eram medidas com uso do equipamento de medição foliar LICOR 300. As avaliações ocorreram diariamente, medindo-se a área foliar inicial (antes da oferta) e final (após 24 h). A área foliar perdida por desidratação em soja também foi de 5%, corrigindo-se este valor antes dos dados serem submetidos à análise estatística.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos, a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram comparadas e pelo teste *t* de Student ($p \leq 0,05$) (SAS Institute, 2001).

Resultados e discussão

Em relação aos parâmetros avaliados, a soja *Bt* não influenciou a biologia de *S. cosmioides*, que teve desenvolvimento similar em ambos os tratamentos para os parâmetros de duração larval e de pré-pupa, razão sexual e sobrevivência larva-adulto. Observou-se diferença apenas para o peso de pupa, que foi inferior quando desenvolvida em soja *Bt* (Tabela 1). Da mesma forma, o consumo foliar também não diferiu entre a soja *Bt* e não *Bt*, sendo que em média (\pm EP) foram consumidos $150,59 \pm 12,82$ cm² (soja *Bt*) e $133,91 \pm 18,76$ cm² (soja não *Bt*) e ($p \leq 0,05$). Dessa forma, pode-se observar que esta tecnologia não afeta o desenvolvimento da praga.

Em um estudo comparando o potencial de consumo foliar entre diferentes lepidópteros-praga da soja verificou-se que *S. cosmioides* é capaz de consumir o dobro de área foliar do que *A. gemmatalis*, *C. includens*, *H. virescens*, *S. frugiperda* e *S. eridania* (BUENO et al., 2011), coincidindo com os resultados encontrados no presente trabalho, que mostram alta capacidade de consumo da espécie. Além disso, baixa toxicidade da proteína Cry1Ac para *S. cosmioides* e *S. eridania*, através seleção de cepas de *Bt* para controle dessas espécies, já foi verificada anteriormente (SANTOS et al. 2009).

Uma das explicações para o não-efeito das proteínas sobre *S. cosmioides*, é a tolerância da espécie à Cry1Ab. Além disso é possível que se tenha uma fraca ligação entre as proteínas e as microvilosidades do intestino da lagarta, o que já foi relatado para outras espécies (ARANDA et al., 1996; MAAGD et al., 2000). É possível portanto que *S. cosmioides* encontre um ambiente favorável ao seu desenvolvimento, quando em cultivos de soja *Bt*.

Porém, os estudos feitos em laboratório não garantem que o mesmo aconteça em campo e, além da expressão da proteína, as plantas geneticamente modificadas podem apresentar variações em relação à sua palatabilidade e composição físico-química (SANDERS et al, 2007) exigindo-se estudos adicionais para que sejam avaliadas tais interações.

Conclusão

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que a soja *Bt* não influencia a biologia de *S. cosmioides*, sendo assim, o inseto apresenta potencial para causar danos à cultura.

Referências

- ARANDA, E., SANCHEZ, J., PEFEROEN, M., GÜERECA, L., BRAVO, A. Interactions of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins with the midgut epithelial cells of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Invertebr. Pathol.** 68, 203-212. 1996.
- BERNARDI, O., G.S. MALVESTITI, P.M. DOURADO, W.S. OLIVEIRA, S. MARTINELLI, G.U. BERGER HEAD, G.P., AND C. OMOTO. Assessment of the high -dose concept and level of control provided by MON 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science.** 68: 1083-1091. 2012
- BUENO, R, C.O, BUENO, A. F., MOSCARDI, F., PARRA, J.R, HOFFMANN-CAMPO C. B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Manag. Sci.** 67, 160-164. 2011
- MAAGD, R.A., WEMEN-HENDRICKS, M., STIEKEMA, W., BOSCH, D. *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxin Cry1C domain III can function as a specificity determinant for *Spodoptera exigua* in different, but not all, Cry1-Cry1C hybrids. **Appl. Environ. Microbiol.** 6, 1559-1563. 2000

SAS, 2001. **User's Guide: Statistics**, Version 6e. Cary, 2001. 201p.

SANDERS, C.J., PELL, J.K., POPPY, G.M., RAYBOULD, A., GARCIA-ALONSO, M., SCHULER, T.H. Host-plant mediated effects of transgenic maize on the insect parasitoid *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Biol. Control**. 40, 362-369. 2007

SANTOS, K.B. DOS, NEVES, P. .M.O.J., MENEGUIM, A.M., SANTOS, R.B., SANTOS, W.J., VILLAS BOAS, G., DUMAS, V., MARTINS, E., PRAÇA, L.B., QUEIROZ, P., COLIN BERRY, C., MONNERAT, R. Selection and characterization of the *Bacillus thuringiensis* strains toxic to *Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera cosmioides* (Walker) and *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Biol. Control**. 50, 157-163. 2009

Tabela 1. Parâmetros biológicos e consumo foliar de lagartas de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com soja *Bt* e não *Bt* a 25 ± 2°C, umidade relativa (UR) de 60 ± 10% e fotofase de 14 h.

| Tratamento | Duração (dias) ¹ | | Peso de pupas (g) ¹ | Razão Sexual ^{1,2} |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | Larva | Pré-pupa | | |
| Isolinha não <i>Bt</i> | 33,0 ± 0,3 ^{ns} | 1,9 ± 0,2 ^{ns} | 0,26 ± 0,1a | 0,33 ± 0,1 ^{ns} |
| MON 87701 x MON 89788 | 34,0 ± 0,4 | 1,9 ± 0,2 | 0,23 ± 0,1b | 0,60 ± 0,2 |
| CV (%) | 2,4 | 22,7 | 5 | 32,75 |
| GL _{resíduo} | 6 | 6 | 6 | 6 |
| F | 0,72 | 0,54 | 0,79 | 1,85 |
| P | 0,38 | 0,41 | 0,42 | 0,17 |

| Tratamento | Sobrevivência (%) Larva - adulto | Consumo foliar do 5º - 6º instares (cm ²) ¹ |
|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Isolinha não <i>Bt</i> | 82,2 ± 2,5 ^{ns} | 133,9 ± 18,8 ^{ns} |
| MON 87701 x MON 89788 | 82,8 ± 1,8 | 150,6 ± 12,8 |
| CV (%) | 5,99 | 25,26 |
| GL _{resíduo} | 6 | 6 |
| F | 0,97 | 2,25 |
| P | 0,38 | 0,18 |

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *t* (*p* > 0,05).

^{ns}ANOVA não significativa. ²Resultados originais seguidos da análise realizados com os dados transformados em $\sqrt{X+1}$

Estoques de carbono em sistemas de manejo do solo no bioma mata atlântica após 29 anos.

SOUZA, I.C.¹; LIMA, I.R.²; ARAUJO, K.²; FRANCHINI, J.C.³; DEBIASI, H.³; BALBINOT JR, A.A.³; ALVES, B.J.R.⁴ | ¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina – PR, bolsista PIBIC/CNPq/EMBRAPA SOJA; ²Universidade Norte do Paraná, UNOPAR, Londrina – PR, bolsista de IC EMBRAPA SOJA; ³Embrapa Soja, Cx postal 231, 86001-970, julio.franchini@embrapa.br, Londrina – PR; ⁴Embrapa Agrobiologia, Seropedica – RJ.

Introdução

A cultura da soja ocupou na última safra 2013/2014, mais de 27 milhões de ha no Brasil. No Bioma Mata Atlântica, a área com soja responde por 34 % da produção nacional deste grão, sendo que no inverno, plantam-se trigo e milho de segunda safra, além de plantas de cobertura e adubação verde para o pastejo animal, principalmente aveia e azevém. O Bioma Mata Atlântica é uma região cuja mudança de uso do solo ocorreu há muito anos, não havendo grandes alterações na área de lavouras desde 1994. Isso faz com que a forma como o solo é utilizado na atualidade tenha grande importância nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) neste Bioma. O uso de arados e grades para preparo do solo foi prática convencional para a produção de grãos nessa região, o que implicou na transformação de boa parte da matéria

orgânica desses solos em CO₂, emitido para a atmosfera (Bernoux et al. 2001). No entanto, a partir dos anos 1990, a adoção do sistema plantio direto (SPD) tornou-se cada vez mais comum, e atualmente é o principal sistema de manejo do solo, adotado em cerca de 80 % das áreas agrícolas (Bollinger et al. 2007). Existem fortes indícios de que o SPD, bem praticado, promove a acumulação de C no solo (Bayer et al. 2006; Cerri et al. 2007, Babujia et al. 2010), funcionando como um dreno de CO₂ da atmosfera. No entanto, ainda existem dúvidas quanto ao potencial desse sistema, principalmente relacionadas aos efeitos dos componentes da rotação e profundidade do solo a ser avaliada (Boddey et al., 2010), entre outros. Na maior parte da área agrícola do Bioma Mata Atlântica, os sistemas de produção predominantes são baseados em sistemas de sucessão de culturas (soja-trigo e soja-milho) com aporte limitado de biomassa vegetal. Para as áreas produtoras de grãos, o manejo do solo para plantio e o manejo das culturas, incluindo-se a aplicação de insumos como fertilizantes nitrogenados, representam as principais fontes de CO₂ e N₂O para a atmosfera. Uma das estratégias potenciais de mitigação das emissões de CO₂ pela mudança de uso do solo é o uso do plantio direto, porém não se sabe ao certo o impacto do sistema na acumulação de C do solo, em função das diferenças regionais no manejo das culturas, e também por quanto tempo o sistema estará contribuindo para mitigar emissões de GEE. Experimentos de longo prazo são importantes para levantar informações mais precisas a esse respeito. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar os estoques de carbono no solo, em área representativa do sistema de produção de soja e trigo no bioma Mata Atlântica no Paraná, após 29 anos de uso do sistema de plantio direto e de preparo do solo com arado de discos.

Material e Métodos

O experimento vem sendo conduzido desde a safra 1981/1982 na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina/PR (23° 12' S, 51° 11' W, e 585 m de altitude), em um Latossolo Vermelho distroférico. O clima da região é subtropical úmido (Cfa, conforme a classificação de Köppen), com temperaturas médias máximas e mínimas de 28,5°C em fevereiro e

13,3°C em julho, respectivamente, e precipitação média anual de 1.651 mm, sendo, na média histórica, janeiro o mês mais úmido (217 mm) e agosto o mais seco (60 mm). Antes do início do ensaio, a área experimental foi ocupada por uma plantação de café por aproximadamente quarenta anos até 1973, quando então passou a ser explorada com culturas anuais de grãos (soja no verão e trigo no inverno), em preparo convencional de solo (arações e gradagens), uso este que permaneceu até a implantação do experimento (1981/1982). O delineamento experimental é em blocos completamente casualizados, com quatro repetições. As parcelas medem 8 x 50 m, totalizando uma área de 400 m². Desde a implantação, o experimento vem sendo cultivado com a sucessão trigo no inverno e soja no verão. Os tratamentos envolvem quatro sistemas de preparo do solo, realizados anualmente antes da implantação da soja: 1) SPD - sistema plantio direto; 2) AD - sistema preparo convencional com uma aração (arado de discos de 26 polegadas, trabalhando a uma profundidade média de 22 cm) + duas gradagens leves; 3) GP - sistema preparo convencional com uma gradagem pesada (grade pesada equipada com discos de 24 polegadas, atuando a uma profundidade média de 12 cm) + uma gradagem leve; e 4) ESC – sistema preparo reduzido com uma escarificação (escarificador de cinco hastes, espaçadas de 35 cm, trabalhando a uma profundidade média de 22 cm) + uma gradagem leve. No inverno, antes da semeadura do trigo, todos os tratamentos, à exceção do SPD, são preparados com uma gradagem pesada seguida de uma gradagem leve. No presente estudo foram avaliados apenas os tratamentos 1 (SPD) e 2 (AD).

Em julho de 2010, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas nas camadas de 0-8, 8-16, 16-24 cm de profundidade. As amostras indeformadas foram coletadas em trincheiras (1,0x1,0x1,0 m) com cilindros de aço de 100 cm³. Três amostras foram coletadas por camada e secas a 105°C por 72 h para determinação da densidade do solo. As amostras deformadas compostas, para determinação de C eram constituídas de 5 subamostras, por parcela, coletadas com trado do tipo holandês. As amostras foram secas ao ar e peneiradas a 2 mm. Subamostras foram moídas novamente para diâmetro <0,15 mm. Alíquotas contendo entre 200 a 400 mg de C total foram analisadas em analisador elementar de C (Thermo Flash EA 1112).

Resultados e Discussão

A relação entre o C acumulado (Figura 1) e o tempo de duração do estudo indica que o SPD apresentou uma taxa média de acúmulo de 265 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em relação ao AD. Esses dados estão um pouco abaixo das estimativas médias de 350 a 480 kg ha⁻¹ ano⁻¹ realizadas por Bayer et al (2006), para condições tropicais e subtropicais, respectivamente. Essas menores taxas indicam que a capacidade de acúmulo de C pode ter atingido o nível de equilíbrio estabelecido para a produção de resíduos vegetais no sistema de sucessão soja/trigo no Norte do Paraná. Desta forma, o acúmulo máximo no SPD e a perda máxima no AD já teriam sido atingidos, fazendo com que a diferença no estoque de C entre esses sistemas se mantenha aproximadamente constante com o passar do tempo, resultando na redução da taxa nominal de acúmulo de C ao longo dos anos. Os dados também indicaram que o SPD apresentou maior acúmulo de C orgânico na camada superficial do solo (0-8 cm) em relação ao preparo convencional com arado de discos, concordando com Diekow et al. (2005), Babujia et al. (2010) e Boddey et al. (2010). O maior teor de C no SPD pode ser atribuído principalmente à manutenção dos restos culturais na superfície do solo e à proteção física dos compostos orgânicos contra o ataque microbiano, exercida pelos agregados do solo (Diekow et al., 2005), cuja formação e estabilidade são favorecidas em condições de menor intensidade de revolvimento do solo (Goldchin et al., 1997). Além disso, o revolvimento do solo aumenta a disponibilidade de O₂ aos micro-organismos, o que também aumenta a taxa de mineralização dos compostos orgânicos.

Para que os sistemas de produção de grãos sejam estáveis do ponto de vista da produção, e ainda funcionem como dreno de CO₂, é necessário maximizar a produção de biomassa vegetal e aumentar a eficiência metabólica dos sistemas biológicos. Quando o carbono acumulado na biomassa vegetal é maior que as emissões associadas aos diferentes processos biológicos dentro do solo, espera-se que haja acumulação ou sequestro de carbono da atmosfera pelo solo. Essa é uma das bases do sistema plantio direto (SPD), em que a eliminação da desagregação do solo com arados e grades reduz a decomposição da matéria orgânica, pois parte se mantém fisicamente inacessível aos microrganismos (Six

et al., 2002). Desde a década de 90 vários trabalhos tem avaliado o potencial de seqüestro de carbono do SPD em relação a sistemas de preparo do solo, comumente com arado de discos ou grade aradora pesada, dentro da porção centro-sul da Mata Atlântica. Os resultados tem demonstrado um potencial que varia de -0,39 e 1,60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, em função do tipo de solo, condições climáticas, sistema de culturas, aporte de biomassa vegetal e tempo de adoção do sistema (Bayer et al., 2000; Amado et al., 2001; Amado et al., 2006; Franchini et al., 2007; Boddey et al., 2010; Babujia et al., 2010). Em parte, a variabilidade de resultados está relacionada ao histórico de uso do solo e às condições edafoclimáticas locais, que podem contribuir de forma diferenciada para o processo de perda ou ganho de C do solo. Em climas mais frios e com solos mais argilosos as perdas de C tendem a ser reduzidas (Bayer et al., 2006).

Conclusão

O plantio direto proporcionou uma taxa média de sequestro de carbono de 265 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em relação ao sistema de preparo de solo com arado de discos durante o período de 29 anos do estudo.

Referências Bibliográficas

- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; BRUM, A.C.R.; ELTZ, F.L.F. Potencial de plantas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo em sistema plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. R. Bras. Ci. Solo, v.25, p.189-197, 2001.
- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P.C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, BEN-HUR C.; VEIGA, M. Potential of carbon accumulation in No-Till soils with intensive use and cover crops in Southern Brazil. Journal of Environmental Quality, v.35, p.1599-1607, 2006.
- BABUJIA, L.C. ; HUNGRIA, M. ; FRANCHINI, J.C. ; BROOKES, P.C. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. Soil Biology & Biochemistry, p. 1-8, 2010.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. & DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. *Soil Till. Res.*, v. 86, p.237-245, 2006.

BERNOUX, M.; CARVALHO, M.C.S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. CO₂ emission from mineral soils following land-cover change in Brazil. *Global Change Biology*, v.7, p.779-787, 2001.

BODDEY, R.M. ; JANTALIA, C. P. ; CONCEIÇÃO, P.C. ; ZANATTA, J.A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; DIECKOW, J.; SANTOS, H.P. ; DE-NARDIN, J.E. ; AITA, C.; GIACOMINI, S.J. ; ALVES, B.J.R. ; URQUIAGA, S. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. *Global Change Biology*, v. 16, p. 784-795, 2010.

BOLLINGER, A., MAGID, J., AMADO, T. J. C., SKORA, F. N., SANTOS, M. F. R., CALEGARI, A., RALISCH, R., NEERGAARD, A. Taking stock of the Brazilian zero-till revolution: A review of landmark research and farmers practice. *Adv. Agron.* v. 91, p. 47-64, 2007.

CERRI, C.E.P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W.E.; MELILLO, J.M.; CERRI, C.C. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. *Sci. Agric.*, v.64, p.83-99, 2007.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D. P.; KÖGEL-KNABNE, I. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions of a subtropical Acrisol as influenced by long-term no-till cropping systems and N fertilization. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 268, p. 319-328, 2005.

FRANCHINI, J. C. ; CRISPINO, C. C. ; SOUZA, R A ; TORRES, E. ; HUNGRIA, M. . Microbiological parameters as indicators of soil quality under various tillage and crop-rotation systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 92, p. 18-29, 2007.

GOLDCHIN, A.; BALDOCK, J. A.; OADES, J. M. A model linking organic matter decomposition, chemistry, an aggregate dynamics. In: LAL,

R.; KIMBLE, J. M.; FOLLET, R. F.; STEWART, B. Soil process and the carbon cycle. Boca Raton: CRC Press, 1997. p. 245-266.

SIX, J., CONANT, R.T., PAUL, E.A., PAUSTIAN, K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant Soil* 241:155-176, 2002.

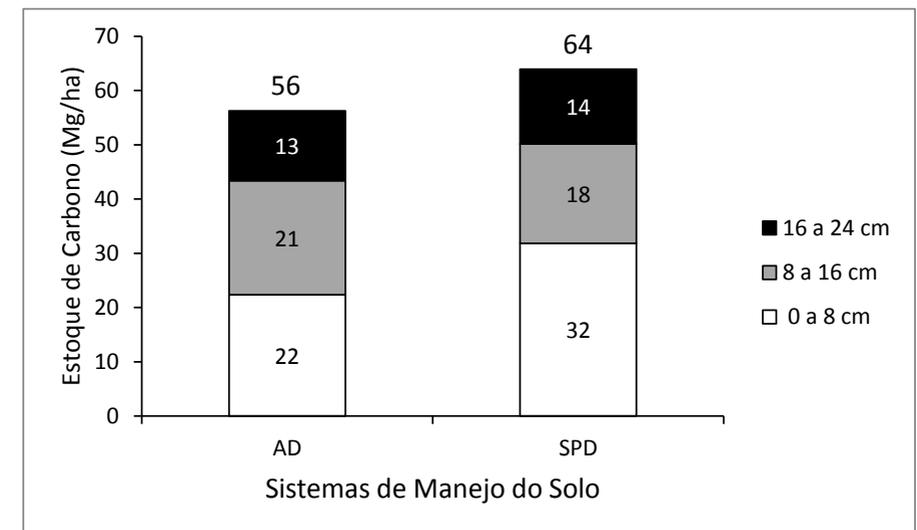


Figura 1. Estoque de carbono do solo (Mg/ha) em sistemas de manejo do solo após 29 anos.

Indicadores microbiológicos e bioquímicos de qualidade em solo de baixa fertilidade natural com diferentes manejos de calagem e adubação fosfatada

SANTOS, M.B.¹; RUY, R.²; CEREZINI, P.³; KUWANO, B.H.³; HUNGRIA, M.⁴; NOGUEIRA, M.A.⁴ | ¹ Universidade Estadual de Londrina, Depto. Química, Bolsista Pibic/CNPq/Embrapa Soja. e-mail: michele.barbosa@live.com; ² Universidade Estadual de Londrina, Depto. Microbiologia; ³ Universidade Estadual de Londrina, Depto. Agronomia; ⁴ Pesquisador(a), Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

A demanda mundial pela produção de alimentos pressiona a expansão de áreas de cultivo em países produtores, como o Brasil, além da intensificação do uso do solo, com impactos ambientais decorrentes, dentre eles a redução da biodiversidade e qualidade biológica. A utilização de microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade ambiental tem sido cada vez mais frequente, tanto por seu papel fundamental na manutenção dos ecossistemas, quanto por sua sensibilidade a variações ambientais, como as causadas por diferentes manejos e usos do solo (BABUJIA et al., 2010).

A atividade de hidrólise do diacetato de fluoresceína pode ser relacionada com a atividade microbiológica do solo (SCHUNER; ROSSWAL, 1982). Já a arilsulfatase é uma enzima que participa do ciclo do S no solo, ao hidrolisar ligações orgânicas do tipo ésteres sulfato liberando íons sulfato (TABATABAI; BREMNER, 1970). Acredita-se que esta proteína seja a responsável pela ciclagem do enxofre orgânico no solo por meio dos processos de mineralização (AL-KHAFAJI; TABATABAI, 1979), liberando sulfato, que é a forma assimilável pelas raízes.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são simbioses biotróficas obrigatórias que vivem nas raízes da maioria das plantas terrestres, auxiliando no seu crescimento e nutrição (SCHLOTER; DILLY, MUNCH, 2003). A baixa disponibilidade e mobilidade de nutrientes como P, Cu e Zn no solo, fazem da micorrização uma condição imprescindível ao desenvolvimento vegetal (SILVEIRA, 1998).

O objetivo deste trabalho foi analisar componentes bioquímicos e microbiológicos do solo após a substituição da vegetação nativa pelo cultivo de grãos, e avaliar o efeito em bioindicadores da qualidade do solo.

Material e Métodos

As amostras de solo foram coletadas em experimento conduzido na Estação Experimental da Fazenda Modelo do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Ponta Grossa – PR. Foram obtidas amostras das profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. A área amostrada era cultivada sob sucessão de culturas, sendo soja (*Glycine max* L. Merr.) no verão e aveia-preta (*Avena strigosa*) no inverno. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 3x3, sendo 3 manejos de calagem (sem calcário, calcário incorporado e calcário superficial) em combinação com 3 fertilizações de fósforo (sem adubação, adubação com superfosfato triplo e adubação com fosfato natural reativo), em 3 repetições. A dose usada nos tratamentos de adubação fosfatada foi de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com base no teor total de P₂O₅ dos fertilizantes, sendo que o calcário utilizado continha 280 g kg⁻¹ de CaO e 180 g kg⁻¹ de MgO. Todos os tratamentos receberam

adubação potássica e nitrogenada conforme requerido para a cultura, sendo a adubação nitrogenada realizada com sulfato de amônio.

Os indicadores avaliados foram: hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA), determinada pelo método descrito por Schuner e Rosswal (1982) e adaptado por Costa (1995); atividade da arilsulfatase, avaliada de acordo com a metodologia proposta por Tabatabai e Bremner (1970); avaliação da colonização radicular por fungos micorrízicos de acordo com Phyllips e Hayman (1970); teor de P disponível (Mehlich I) e acidez ativa (pH) em CaCl_2 (EMBRAPA, 1997).

Resultados e Discussão

Houve efeito isolado dos tratamentos de adubação fosfatada e calagem sobre as variáveis, sem interação entre os dois fatores.

A atividade da arilsulfatase foi influenciada pelos fatores calagem e fósforo nas profundidades 0-5 e 5-10 cm (Figura 1A e 1B). Em ambas as profundidades a calagem superficial resultou em maior atividade da enzima do que a calagem incorporada, sendo que, na camada de 0-5 cm, a calagem incorporada reduziu a atividade da arilsulfatase também em relação ao controle. A adubação fosfatada aumentou a atividade da enzima arilsulfatase em relação ao controle, independente da fonte. Os efeitos foram mais evidentes a 0-5 cm, em que a fonte solúvel (SFT) promoveu mais estímulo que a menos solúvel (FNR), sem diferir entre si na camada 5-10 cm.

A hidrólise do diacetato de fluoresceína foi afetada pelo fator calagem, sendo que a calagem inibiu a atividade na camada de 0-5 cm, independente da forma de aplicação (Figura 1C). Na camada de 5-10 cm a calagem incorporada resultou em diminuição da atividade em relação ao controle e a calagem superficial. Os tratamentos com fósforo não afetaram a hidrólise do diacetato de fluoresceína em nenhuma das profundidades (Figura 1D).

A colonização micorrízica foi influenciada tanto pelo fator calagem quanto pelo fator fósforo (Figura 1). As raízes das plantas dos tratamentos

com calagem incorporada apresentaram maior porcentagem de colonização micorrízica do que as do controle sem calcário. Já as dos tratamentos com calagem superficial não diferiram do controle e da calagem incorporada (Figura 1E). A adubação com fosfato de alta solubilidade (SFT) resultou em menor taxa de colonização micorrízica. Enquanto que a adubação com o fosfato natural reativo (FNR) não diferiu do controle, o que indica que a presença de fósforo altamente solúvel diminui a taxa de colonização micorrízica (Figura 1F).

A adubação fosfatada, como esperado, aumentou a disponibilidade de P nas três primeiras camadas (Figura 2B). Na camada de 0-5 cm o tratamento contendo FNR apresentou o maior teor de P, o tratamento contendo SFT apresentou UM teor intermediário. Nas camadas 5-10 e 10-20 cm, o tratamento com SFT resultou em maiores teores.

O pH do solo em CaCl_2 foi influenciado pela calagem, e em menor extensão, pela adubação fosfatada (Figura 2C e D). A calagem influenciou no pH do solo em todas as profundidades sendo que, na camada 0-5 cm, o tratamento com calagem superficial apresentou o maior valor de pH do solo, o controle foi o que apresentou o menor valor, e a calagem incorporada apresentou valor intermediário. Nas demais profundidades a calagem incorporada resultou em maiores valores de pH do que os demais tratamentos, sendo que a calagem superficial apresentou valores intermediários e o controle os menores valores.

A calagem superficial favoreceu a maioria dos atributos microbiológicos e bioquímicos, mas quando houve incorporação, exceto para a colonização micorrízica, o efeito foi nulo ou negativo. A adição de fertilizantes fosfatados, especialmente o superfosfato triplo, favoreceu a maioria das atividades microbianas e bioquímicas avaliadas, exceto a colonização micorrízica. Os fertilizantes inorgânicos podem influenciar seletivamente determinados processos bioquímicos, como neste estudo reduzindo a atividade de fosfatase ácida e a colonização micorrízica, mas estimulou a atividade da arilsulfatase. Segundo Costa (2005), a colonização micorrízica e a eficiência micorrízica aumentam com baixos teores de P e podem ser reduzidas com o aumento da disponibilidade de P. No entanto, em solo muito deficiente

de P, a aplicação de pequena quantidade do nutriente favorece a colonização e a esporulação (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Conclusão

A calagem e a adubação fosfatada tiveram efeito mais evidente nas camadas superficiais do solo, sendo que a calagem superficial e a adubação com fosfato de alta solubilidade foram os tratamentos que mais influenciaram a atividade bioquímica do solo. A atividade de desidrogenase da fosfatase ácida, da arilsulfatase, do diacetato de fluoresceína e a colonização micorrízica foram responsivos aos manejos de calagem e adubação fosfatada. Isso facilitou a execução e padronização dos métodos, habilitando-os para uso no monitoramento da qualidade do solo.

Referências

- AL-KHAFI, A.A. & TABATABAI, M.A. Effects of trace elements on arylsulfatase activity in soils. **Soil Science**, v.127, p.129-133, 1979.
- BABUJIA, L.C.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BROOKES, P.C. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. **Soil Biology and Biochemistry**. v.42, p.2174-2181, 2010.
- COSTA, J.L.S. Inducing suppressiveness to Phytophthora root of avocado by using biochanced mulches. 1995. 154f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - University of California, CA, 1995.
- COSTA, C. M. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; SANTOS, V. F.; MAIA, L. C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 03, p. 225-232, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, 212 p. 1997

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: Editora UFLA. 2ª ed. 729 p. 2006.

PHYLLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment for infection. **British Mycological Society Transactions**, v. 55, n. 01, p. 158-161, 1970.

SILVEIRA, A. P. D. Ecologia de Fungos Micorrízicos Arbusculares. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (ed.) **Ecologia Microbiana**. Embrapa- Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. 1998. p. 61-87

TABATABAI, M.A. & BREMNER, J.M. Arylsulfatase activity of soils. **Soil Science Society of America Proceedings**. v. 34. p.225-229, 1970.

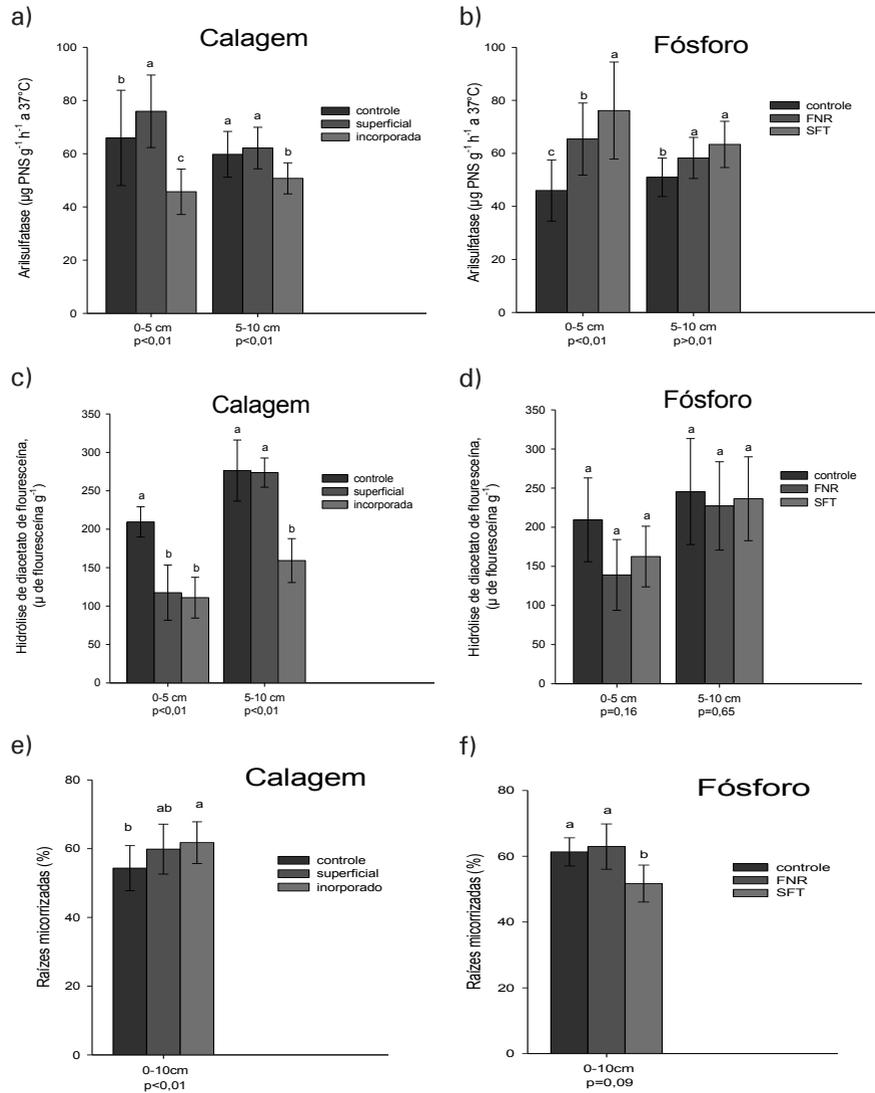


Figura 1. Atividade da arilsulfatase (A e B), atividade de hidrólise de diacetato de fluoresceína (C e D) nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, porcentagem de colonização por fungos micorrízicos arbusculares de raízes na profundidade 0-10 cm (E e F) para os efeitos isolados dos fatores calagem (controle, superficial ou incorporada) (a) e adubação fosfatada (controle, fosfato natural reativo – FNR ou superfosfato triplo - SFT) (b) e os respectivos valores de $p > F$.

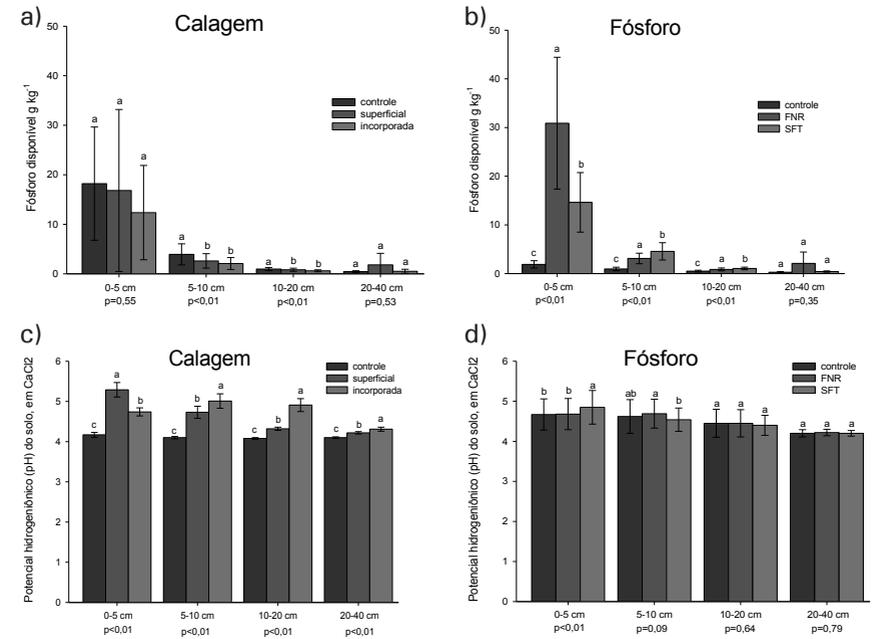


Figura 2. Teor de fósforo disponível (A e B) e pH do solo em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (C e D) nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm para os efeitos isolados dos fatores calagem (controle, superficial ou incorporada) (a) e adubação fosfatada (controle, fosfato natural reativo – FNR ou superfosfato triplo - SFT) (b) e os respectivos valores de $p > F$.

Efeito do aumento da temperatura sobre o ciclo biológico e de gerações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae)

ADRIANO DE ABREU^{1,3}, MARIANA CLOSS SALVADOR^{2,3}, TATIANA EMIKO UEDA^{2,3}, JOSÉ PEREZ DA GRAÇA^{3,4}, MARIA CRISTINA NEVES DE OLIVEIRA³, CLARA BEATRIZ HOFFMANN-CAMPO³ | ¹Centro Universitário Filadélfia - UniFil, adrianoabreu.agro@hotmail.com; ²Universidade Estadual de Londrina; ³Embrapa Soja, ⁴CNPq / Pós-doutorado.

Introdução

As mudanças climáticas envolvem simultâneas e complexas alterações de muitas variáveis ambientais, mas principalmente a temperatura do ar (TRENBERTH ET AL., 2007). A temperatura é um dos fatores abióticos que exercem grande influência sobre a biologia do inseto e esse fator pode afetar a duração do ciclo de vida, o voltinismo, a densidade populacional, o tamanho e composição genética, a extensão da exploração da planta hospedeira, bem como a distribuição local e geográfica ligada à colonização e extinção (BALE et al., 2002).

Os insetos são ectotérmicos exibindo um elevado grau de sensibilidade à temperatura ambiente em seus processos fisiológicos. Diversas evi-

dências indicam que não só maior temperatura, mas também a maior variabilidade climática pode ter efeito significativo sobre os organismos e ecossistemas (SENTIS 2013). As espécies apresentam respostas individuais à temperatura, a concentração de dióxido de carbono, e outros fatores ambientais, sendo assim, a mudança climática poderá afetar a associação temporal e espacial entre as espécies que interagem em diferentes níveis tróficos (HARRINGTON et al., 1999).

O estudo da adaptação a determinadas condições térmicas é relevante para as discussões a respeito do efeito do aquecimento global sobre a distribuição e abundância de animais ectotérmicos (DIXON et al., 2009). As mudanças climáticas podem atuar em insetos herbívoros de forma direta, por meio de impactos na sua fisiologia e comportamento, ou indireta, onde os insetos respondem às mudanças induzidas pelo clima mediadas através outros fatores, como a planta hospedeira (BALE et al., 2002). Dessa forma, considerando-se a importância da temperatura para o desenvolvimento dos insetos, e o possível aumento na ocorrência de *S. frugiperda* em soja, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes temperaturas nos aspectos biológicos deste inseto, ao longo de quatro gerações.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados no laboratório de Ecologia Química da Embrapa-Soja. As plantas oferecidas aos insetos (BRS 359RR) foram semeadas em casa-de-vegetação até estádio V5 (FEHR & CAVINESS 1977) com fotoperíodo de 14 horas, temperatura de 28 °C e umidade relativa de 65 %, em vasos de cinco litros, com cinco plantas por vaso.

A biologia dos insetos foi realizada em câmara de criação tipo B.O.D., sob diferentes temperaturas (25°C, 28°C, 31°C e 34°C), sendo estas reduzidas em 4°C no período noturno, durante toda a biologia do inseto, para representar a oscilação diária, com umidade de 70 ± 10% e fotofase de 14h. Lagartas de *S. frugiperda* de 2º instar provenientes do laboratório de criação massal da Embrapa Soja, criadas desde a eclosão

em folhas de soja e em suas respectivas temperaturas, foram individualizadas, em copos parafinados com tampas plásticas. As lagartas foram avaliadas diariamente, observando-se a mortalidade e o tempo de desenvolvimento de cada estágio. O alimento foi substituído diariamente e o peso da pupa determinado 48h após a transformação.

Após atingirem estágio de pupa, estas foram separadas pelo sexo e, logo após a emergência, os adultos foram individualizados em gaiolas confeccionadas com de tubos de PVC, com 20 cm de altura por 10 cm de diâmetro (MILANO, 2008). Para a oviposição e coleta dos ovos, a gaiola foi revestida internamente com papel tipo sulfite (A4), retirado sempre em que foi observada a postura dos ovos. Os casais individualizados foram mantidos na mesma temperatura para continuidade das gerações. As gaiolas com os casais de adultos foram observadas diariamente, substituindo-se o alimento e anotando-se a mortalidade em cada repetição.

Para a biologia dos insetos considerando-se do estágio larval até a fase de pupa e para a avaliação da longevidade dos adultos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 60 repetições. As variáveis respostas consideradas neste trabalho foram: mortalidade de lagartas (%), peso inicial de lagartas (mg), peso de pupa (mg) e tempo de desenvolvimento (dias). A mortalidade foi comparada pelo teste de qui-quadrado (χ^2) ao nível de 5% de probabilidade. As demais variáveis foram analisadas considerando análise de variância (ANOVA) com testes de médias pelo Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o programa estatístico SAS-Statistical Analysis System, versão 9.2 (2009).

Resultados e discussão

De modo geral, as diferentes temperaturas afetaram os aspectos biológicos de *S. frugiperda*. O teste de c^2 ($p > 0,05$) indicou diferenças na porcentagem de mortalidade em função dos tratamentos (Tabela 1). A maior mortalidade ocorreu quando as lagartas foram mantidas em 31°C na geração F_2 , o que impossibilitou a continuidade de mais uma geração. Nessa mesma temperatura quando se comparou as gerações observou-se um aumento da mortalidade. Na geração F_0 , não foi

observada diferença significativa na mortalidade em insetos mantidos nas diferentes temperaturas adotadas. Na temperatura 28°C a maior mortalidade também foi observada na geração F_2 .

O peso inicial, de pupa e tempo de desenvolvimento larval dos insetos foi influenciado pelas temperaturas (Tabela 2). A temperatura de 31 °C proporcionou os maiores pesos iniciais, quando comparado as temperaturas 25 °C (F_2), 28°C e 34°C em todas as gerações. Houve um aumento do peso inicial ao longo das gerações, observados em F_3 nas temperaturas 25°C e 28°C e em F_1 e F_2 na temperatura de 31°C. Os maiores pesos de pupa entre as temperaturas foram observados nas temperaturas 25°C, 28°C, e os menores pesos observados em 31°C e 34°C. Dentro das gerações os maiores pesos de pupa foram observados em F_2 e F_3 (25°C), F_1 e F_3 (28°C) e F_1 (31°C).

A duração média de desenvolvimento do inseto em dias foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura, com a maior duração observada a 25°C e menor duração a 34°C (F_0). Fato este também observado nas gerações F_1 , F_2 e F_3 nas temperaturas 25°C e 31°C. Dentro das gerações as temperaturas de 25 °C e 28 °C não diferiram no tempo total de desenvolvimento em F_0 e F_3 . Na temperatura de 31 °C observou-se diferença entre as gerações com o maior tempo de desenvolvimento na geração F_1 .

A tabela 3 apresenta o período de incubação e desenvolvimento dos insetos nas diferentes temperaturas, onde do ovo até o 2º instar, que não apresentou variabilidade entre os dados para a aplicação do teste de médias. No geral, dentre as temperaturas testadas as de 25 °C e 28 °C promoveram maior número em dias em cada um dos instares.

No terceiro instar (Tabela 3), na geração F_0 pode-se observar maior tempo de desenvolvimento em 25°C e menor tempo em 34°C. Quando se comparou cada temperatura dentro das gerações estudadas pode-se observar um acréscimo no desenvolvimento ao longo das gerações em 25°C e um decréscimo a 31°C. No quarto instar na geração F_0 a temperatura 28°C apresentou o maior número de dias de desenvolvimento. No entanto, em F_1 e F_3 (25°C) observou-se o maior tempo de desenvol-

vimento quando comparado às outras temperaturas. No quinto instar, na geração F_0 , a maior duração em dias, ocorreu na temperatura de 25 °C, 28 °C e 34 °C. As gerações F_1 e F_3 nas temperaturas 25 °C e 28 °C apresentaram o maior tempo de desenvolvimento. No sexto instar nas gerações F_0 e F_3 não houve diferença entre as temperaturas 25 °C e 28 °C, que apresentaram maior duração, no entanto para F_1 e F_2 (25 °C) esta variável diferiu estatisticamente das demais temperaturas. Quando comparado cada temperatura ao longo das gerações, pode-se observar que a duração deste instar apresentou redução significativa do tempo de desenvolvimento no decorrer das gerações.

Na fase de pré-pupa, em F_0 , não houve diferença na duração deste período em insetos criados a 25 °C e 28 °C, que foi maior quando comparada as demais temperaturas. Nas gerações F_1 e F_2 não foi observada diferença entre as temperaturas na duração desta fase. Para o estágio de pupa a duração média, em dias, dentro da geração F_0 e F_1 foi maior na temperatura de 25 °C, não havendo diferença nas gerações F_2 e F_3 nas temperaturas de 25 °C e 28 °C. Dentro das temperaturas 25 °C, 28 °C e 31 °C em (F_0) um maior número em dias na fase de pupa foi observado quando comparados com as demais gerações.

Conclusões

Considerando-se os resultados obtidos até o momento, pode-se sugerir que alterações na temperatura podem ocasionar efeitos negativos em populações de *S. frugiperda* o que pode reduzir a sua incidência em campo. No entanto, estudos adicionais e aprofundados sobre a interação temperatura-inseto/planta são necessários para esclarecer as possíveis influências do aquecimento global nessa espécie, além da avaliação da adaptação dos insetos ao longo das gerações.

Referências

BALE, J. S.; MASTERS, G. J.; HODKINSON, I. D.; AWMACK, C.; BEZEMER, T. M.; BROWN, V. K.; BUTTERFIELD, J.; BUSE, A.; COULSON, J. C.; FARRAR, J.; GOOD, J. E. G.; HARRINGTON, R.; HART-

LEY, S.; JONES, T. H.; LINDROTH, R. L.; PRESS, M. C.; SYMRNI-
OUDIS, I.; WATT, A.; WHITTAKER, J. B. Herbivory in global climate
change research: direct effects of rising temperature on insect herbi-
vores. **Global Change Biology**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2002.

DIXON, A. F.G.; HONEK, A.; KEIL, P.; KOTELA, M. A. A.; ŠIZLING, A. L.;
JAROŠÍK, V. Relationship between the minimum and maximum tempera-
ture thresholds for development in insects. **Functional Ecology**, v. 23,
p. 257–264, 2009.

FEHR, W.R. & C.E. CAVINESS. **Stages of soybean development**. Special
Report 80. Ames, Iowa State University of Science and Technology,
11p.,1977.

HARRINGTON, R.; WOIWOD, I.; SPARKS, T. Climate change and
trophic interactions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 4, p. 146-
150, 1999.

MILANO, P.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; CÔNSOLI, F. L. Influ-
ência da temperatura na frequência de cópula de *Anticarsia gemmatalis*
Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).
Neotropical Entomology, v. 37, p. 528-535, 2008.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: User's Guide: Statistics, Version
9.2. Cary: SAS Institute, NC: Statistical Analysis Systems, 2009.
7869p.

SENTIS, A.; HEMPTINNE, J.-L.; BRODEUR, J. Effects of simulated heat
waves on an experimental plant–herbivore–predator food chain. **Global
change biology**, v. 19, n. 3, p. 833-842, 2013.

TRENBERTH KE, JONES PD, AMBENJE P ET AL. Observations: Surface
and Atmospheric Climate Change. In: Solomon S et al., eds. Climate
Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working
Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental
Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp.
235–336, 2007.

Tabela 1. Porcentagem de mortalidade de *S. frugiperda* criadas em folhas de soja submetidas a diferentes temperaturas, por quatro gerações.

| Geração | Temperatura | | | |
|----------------|-------------|-------------|--------------|---------|
| | 25 °C | 28 °C | 31 °C | 34 °C |
| F ₀ | 16,66 a A | 20,00 ab A | 23,33 b A | 16,66 A |
| F ₁ | 31,66 a A | 20,00 ab A | 33,33 b A | - |
| F ₂ | 21,66 a A | 35,00 a A** | 58,33 a B*** | - |
| F ₃ | 20,00 a A | 18,33 b A | - | - |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem pelo teste χ^2 a 5% de significância. *** P < 0,001 ** P < 0,01 * P < 0,05
- não houve sobreviventes.

Tabela 2. Peso inicial (mg), peso de pupa (mg) e duração total da fase larval em dias (média \pm EP) de *S. frugiperda* criadas em folhas de soja submetidas a diferentes temperaturas, por quatro gerações.

| | 25 °C | 28 °C | 31 °C | 34 °C |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | Peso Inicial (mg) | | | |
| F ₀ | 1,37 \pm 0,04 c AB | 1,26 \pm 0,04 c B | 1,48 \pm 0,04 b A | 1,30 \pm 0,05 B |
| F ₁ | 2,62 \pm 0,07 b A | 1,78 \pm 0,07 b B | 2,48 \pm 0,05 a A | - |
| F ₂ | 1,45 \pm 0,04 c C | 1,87 \pm 0,08 b B | 2,53 \pm 0,09 a A | - |
| F ₃ | 2,94 \pm 0,08 a A | 2,90 \pm 0,06 a A | - | - |
| Peso pupa (mg) | | | | |
| F ₀ | 192,64 \pm 2,82 b A | 188,19 \pm 3,56 b A | 169,81 \pm 3,69 b B | 165,24 \pm 3,24 B |
| F ₁ | 197,72 \pm 3,33 b A | 204,03 \pm 3,72 a A | 188,46 \pm 4,00 a B | - |
| F ₂ | 214,15 \pm 2,88 a A | 153,91 \pm 2,25 c B | 124,29 \pm 5,89 c C | - |
| F ₃ | 220,11 \pm 3,87 a A | 208,58 \pm 3,25 a B | - | - |
| Total (dias) | | | | |
| F ₀ | 30,58 \pm 0,19 a A | 28,12 \pm 0,20 a B | 26,35 \pm 0,23 a C | 22,88 \pm 0,16 D |
| F ₁ | 28,85 \pm 0,19 b A | 26,46 \pm 0,18 b B | 22,95 \pm 0,15 c C | - |
| F ₂ | 27,77 \pm 0,16 c A | 24,97 \pm 0,10 c B | 25,00 \pm 0,28 b B | - |
| F ₃ | 30,70 \pm 0,25 a A | 26,75 \pm 0,14 a B | - | - |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
- Não houve sobreviventes

Tabela 3. Duração em dias (média \pm EP) dos instares de (média \pm EP) de *S. frugiperda* criadas em folhas de soja submetidas a diferentes temperaturas, por quatro gerações.

| | 25 °C | 28 °C | 31 °C | 34 °C |
|------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| | Ovo - 2° instar (dias) | | | |
| F ₀ | 8 | 7 | 7 | 6 |
| F ₁ | 8 | 8 | 6 | - |
| F ₂ | 8 | 7 | 7 | - |
| F ₃ | 9 | 9 | - | - |
| 3° instar (dias) | | | | |
| F ₀ | 2,98 \pm 0,02 b A | 2,32 \pm 0,08 ab B | 2,70 \pm 0,10 a B | 1,59 \pm 0,08 C |
| F ₁ | 2,09 \pm 0,05 c A | 2,19 \pm 0,07 bc A | 2,08 \pm 0,08 c A | - |
| F ₂ | 2,02 \pm 0,02 c B | 2,49 \pm 0,08 a A | 2,39 \pm 0,12 b A | - |
| F ₃ | 3,80 \pm 0,07 a A | 2,06 \pm 0,03 c B | - | - |
| 4° instar (dias) | | | | |
| F ₀ | 2,00 \pm 0,00 c BC | 2,53 \pm 0,11 a A | 2,03 \pm 0,06 a B | 1,79 \pm 0,09 C |
| F ₁ | 2,58 \pm 0,08 b A | 2,10 \pm 0,05 b B | 2,13 \pm 0,07 a B | - |
| F ₂ | 2,15 \pm 0,05 c A | 2,00 \pm 0,00 b A | 2,11 \pm 0,08 a A | - |
| F ₃ | 3,05 \pm 0,14 a A | 2,02 \pm 0,02 b B | - | - |
| 5° instar (dias) | | | | |
| F ₀ | 2,27 \pm 0,07 b AB | 2,19 \pm 0,06 bc AB | 2,05 \pm 0,08 a B | 2,34 \pm 0,08 A |
| F ₁ | 2,90 \pm 0,10 a A | 2,61 \pm 0,07 a A | 2,10 \pm 0,07 a B | - |
| F ₂ | 2,18 \pm 0,06 b B | 2,27 \pm 0,09 b B | 2,78 \pm 0,10 a A | - |
| F ₃ | 2,32 \pm 0,09 b A | 1,96 \pm 0,03 c B | - | - |
| 6° instar (dias) | | | | |
| F ₀ | 4,67 \pm 0,11 a A | 4,25 \pm 0,15 a A | 3,24 \pm 0,16 a B | 2,57 \pm 0,17 C |
| F ₁ | 3,58 \pm 0,09 b A | 2,42 \pm 0,15 b B | 1,55 \pm 0,10 b C | - |
| F ₂ | 3,67 \pm 0,13 b A | 1,59 \pm 0,10 c B | 2,00 \pm 0,20 b B | - |
| F ₃ | 2,47 \pm 0,14 c A | 2,14 \pm 0,10 b A | - | - |
| Pré-pupa (dias) | | | | |
| F ₀ | 1,38 \pm 0,07 bc A | 1,21 \pm 0,06 b A | 1,00 \pm 0,00 b B | 1,00 \pm 0,00 B |
| F ₁ | 1,58 \pm 0,11 ab A | 1,58 \pm 0,09 a A | 1,29 \pm 0,07 a A | - |
| F ₂ | 1,11 \pm 0,05 c A | 1,19 \pm 0,06 b A | 1,39 \pm 0,12 a A | - |
| F ₃ | 1,75 \pm 0,08 a A | 1,37 \pm 0,08 ab B | - | - |
| Pupa (dias) | | | | |
| F ₀ | 9,18 \pm 0,11 a A | 8,60 \pm 0,10 a B | 8,33 \pm 0,08 a B | 7,52 \pm 0,08 C |
| F ₁ | 8,09 \pm 0,05 c A | 7,80 \pm 0,06 c B | 7,74 \pm 0,07 b B | - |
| F ₂ | 8,64 \pm 0,11 b A | 8,27 \pm 0,07 b A | 7,72 \pm 0,11 b B | - |
| F ₃ | 8,32 \pm 0,07 c A | 8,20 \pm 0,06 b A | - | - |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
- Não houve sobreviventes