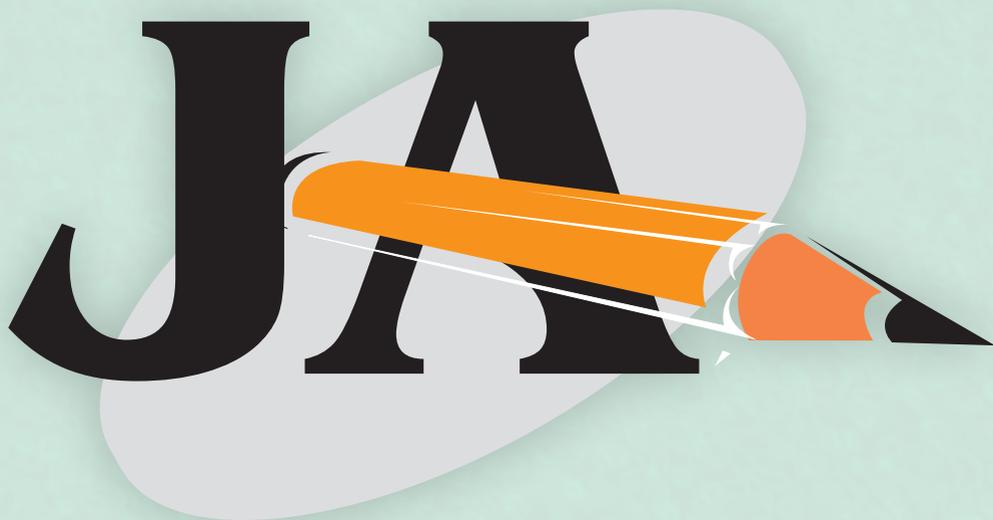


XI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja

Resumos expandidos



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

Documentos 373

XI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja

Resumos expandidos

Hugo Soares Kern

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Editores Técnicos

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

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *Ricardo Vilela Abdelnoor*

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

Membros: *Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarin, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi.*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*

Editoração eletrônica e capa: *Marisa Yuri Horikawa*

1ª edição

PDF digitalizado (2016)

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 (11. : 2016: Londrina, PR).

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

[recurso eletrônico] - Hugo Soares Kern, Regina Maria Vilas Bôas de Campos Leite, editores técnicos. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

252 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 373)

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

CDD 633.34072

© Embrapa 2016

Editores técnicos

Hugo Soares Kern

Relações Públicas

Analista da Embrapa Soja

Londrina, PR

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Engenheira Agrônoma, Dra.

Pesquisadora da Embrapa Soja

Londrina, PR

Apresentação

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

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

Em sua 11^a edição, realizada em julho de 2016, a Jornada contou com 31 trabalhos inscritos e respectivas apresentações orais. Os resumos encontram-se nesta publicação, que temos a satisfação de apresentar.

Cabe à Embrapa Soja agradecer aos orientadores e estagiários que contribuíram para a realização da XI 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	11
Resposta diferencial de cultivares tropicais e subtropicais de soja a diferentes níveis de acidez do solo	11
Métodos de interpolação de dados e distribuição espacial de <i>Macrophomina phaseolina</i> no solo.....	17
Quantificação dos teores de óleo e proteína em grãos de genótipos de soja submetidos a diferentes regimes hídricos sob condições de campo.....	24
Características biológicas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes alimentos.....	31
Seletividade de inseticidas a fase de pupa de <i>Telenomus remus</i> (Hymenoptera: Platygasteridae)	40
Características biológicas da lagarta-da-maçã em diferentes estruturas hospedeiras.....	47
Ensaio cooperativo para avaliação da eficiência de fungicidas protetores no controle de doenças na cultura da soja.....	56
Suscetibilidade de <i>Chrysodeixis includens</i> aos inseticidas flubendiamida e clorantraniliprole	63
Análise da disponibilidade hídrica nas safras 2014/15 e 2015/16 na Embrapa Soja, Londrina, PR	68

Avaliação da fixação biológica de nitrogênio no processo de seleção de linhagens de soja	75
Ocorrência de visitantes florais em diferentes cultivares de soja ...	82
Suscetibilidade do percevejo <i>Euschistus heros</i> a extratos bacterianos	89
Condução do manejo integrado de pragas na cultura da soja.....	96
Identificação e avaliação da expressão de genes pertencentes a família CCCH zinc finger em duas cultivares de soja sob deficit hídrico	104
Desenvolvimento de ensaios KASP para seleção genotípica da resistência a <i>Phakopsora pachyrhizi</i> em soja	111
Determinação do índice de acidez titulável de grãos de soja colhidos na safra 2014/2015.....	122
Impacto de diferentes tecnologias de aplicação na eficiência do inseticida clorantraniliprole no controle da lagarta-falsa-medideira, <i>Chrysodeixis includens</i> , em soja.....	130
Estudo do avanço da deterioração por umidade em sementes de soja armazenadas em câmara seca e fria	139
Reação de genótipos de girassol para resistência a <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> em condições de campo na safrinha 2015	150
Perfil de ácidos graxos de híbridos de girassol cultivados em Londrina	157
Agrupamento de cultivares de trigo para a produtividade e adaptabilidade em diferentes locais do Paraná e do Mato Grosso do Sul utilizando o GGEBILOT	162
Qualidade sanitária dos grãos de soja colhidos na safra 2014/15 na Região Sul do Brasil	172
Preferência do parasitoide <i>Telenomus podisi</i> a ovos obtidos de <i>Euchistus heros</i> criado em laboratório ou coletado em campo	181
Valores críticos de resistência à penetração em diferentes conteúdos de água do solo na sucessão soja/milho 2ª safra.....	192

Distribuição de raízes de soja em semeadura com haste no SPD em função da escarificação e gessagem.....	200
Determinação do índice de dispersibilidade de proteína (IDP) e do índice de solubilidade do nitrogênio (ISN) dos grãos de soja colhidos na safra 2014/2015.....	209
Efeito não-alvo do inseticida indoxacarbe sobre a lagarta <i>Spodoptera eridania</i> em soja Bt.....	216
Aspectos biológicos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e indução dos compostos fenólicos da soja	222
Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração sobre a produtividade do milho 2 ^a safra	231
Densidade populacional de <i>Pratylenchus brachyurus</i> na produtividade da soja em função de calagem, gessagem e adubação potássica	240
Efeito alelopático de extratos vegetais sobre a germinação de esporos de <i>Colletotrichum truncatum</i> e <i>Corynespora cassiicola</i>	245

Resumos Expandidos

Resposta diferencial de cultivares tropicais e subtropicais de soja a diferentes níveis de acidez do solo

VILARINO, I.¹; MOREIRA, A.²; MORAES, L.A.C.²

¹ Unopar, Bolsista PIBIC/CNPq, isavilarino@hotmail.Com; ² Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

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

A acidez do solo é um dos principais fatores que influenciam o aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes. Uma das práticas mais utilizadas para neutralizar a acidez do solo é a calagem, que também aumenta a disponibilidade de nutrientes, melhora o ambiente radicular

e restaura a capacidade produtiva (SORATTO; CRUSCIOL, 2008). A quantidade de calcário a ser aplicado depende da característica do solo, qualidade do corretivo e cultivar (MOREIRA; FAGERIA, 2010).

Além do manejo adequado dos atributos químicos e biológicos do solo, deve-se focar o condicionamento das plantas com alto rendimento em condições adversas por meio do programa de melhoramento com incorporação de características desejáveis a este tipo de estresse abiótico (FAGERIA; MORAIS, 1987).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de cultivares de soja a diferentes níveis de calcário aplicado no solo, levando em conta as condições de latitude tropical e subtropical, atributos químicos do solo, nutrição, componentes de produção e o fisiológico da planta.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, localizada na Embrapa Soja, Londrina-PR (23°11'39" LS e 51°10'40" LW). O solo utilizado foi um Neossolo Quartzarênico distrófico, de textura arenosa (86 g kg⁻¹ de argila e 870 g kg⁻¹ de areia), coletado de uma profundidade de 0-20 cm no Município de Três Lagoas-MS (20°45'04" LS e 51°40'42" LW), com os seguintes atributos químicos (EMBRAPA, 1997) antes da aplicação dos tratamentos: pH (CaCl₂ 0,1 mol L⁻¹) = 3,9, MOS = 9,1 g kg⁻¹, P = 1,0 mg kg⁻¹, K = 0,02 cmol_c kg⁻¹, Al = 0,7 cmol_c kg⁻¹, H + Al = 3,4 cmol_c kg⁻¹, S-SO₄⁻ = 5,8 mg kg⁻¹, CTC = 3,5 cmol_c kg⁻¹ e V = 4,1.

Os tratamentos foram delineado em esquema fatorial 15x2, com quatro repetições, sendo 15 cultivares (BMX Apolo RR, BMX Força RR, BMX Potência RR, BMX Turbo RR, BRS 294RR, BRS 295RR, BRS 359RR, BRS 360RR, NA 5909RR, NA 6262RR, FTS Solar IPRO, TMG 1066RR, TMG 7161RR, TMG 7262RR e Vmax RR) e 2 níveis de acidez do solo, que foram calculados para elevar a saturação por bases a 40 e 70% com calcário dolomítico (27,8% de CaO, 19,6% de MgO e PRNT de

85,5%) - equivalente a 1,5 e 2,7 t ha⁻¹, e definidos como baixa e alta quantidade de calcário aplicado. Foram utilizados vasos de barro de 3,0dm³ de solo passado em peneira de 2,0 mm. Exceto N, que foi suprido pela inoculação das sementes com *Bradyrhizobium elkanii*, as adubações com P, K, S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn. Nos estádios V2 e V4 foram realizadas as adubações de cobertura parceladas duas vezes com 50 mg kg⁻¹ de K (K₂SO₄), totalizando 100 mg kg⁻¹ no ciclo. Os vasos foram irrigados diariamente com água desionizada, para compensar as perdas de evapotranspiração e para manter o solo próximo de 70% do valor total de poros (VTP). Foram semeadas dez sementes, e após o desbaste foram deixadas duas plantas uniformes por vaso.

Durante todo o ciclo vegetativo foram coletadas as folhas senescentes para obtenção da produção de matéria seca total da parte aérea da planta (MSPA). Após o estádio de maturação fisiológica (R8) foram quantificadas a produção de grãos (PG), número de vagens por vaso (NVV), número de grãos por vagens (NGV) e números de vagens. Foram determinados os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg e S. Os resultados de componentes de produção foram submetidos aos testes de normalidade, e também à análise de variância (ANOVA), teste F e comparação de médias pelo teste de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na produção de grãos (PG), número de vagens (NV), e produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), as cultivares e as doses de calcário apresentaram interação significativa, indicando respostas distintas para cada nível de calcário aplicado (Tabela 3). A PG variou de 10,9 g/vaso (BRS 36ORR) a 19,1 g/vaso (BMX Potência RR) na menor dose (V = 40%), com média de 15,5 g/vaso. Para a maior dose de calcário (V = 70%), a PG variou de 16,1 g/vaso (BMX Força RR) a 22,9 g/vaso (BMX Turbo RR), com um valor médio de 20,3 g/vaso. Na média das cultivares, a quantidade de calcário aplicado teve um aumento de 31,1% na PG, o mesmo aconteceu para MSPA, que apresentou corre-

lação positiva e significativa com a PG ($\hat{y} = 10,482 + 0,171 x$, $r = 0,51$, $p \leq 0,05$), e variação de 23,16 g/vaso (TMG 7161RR) a 48,43 g/vaso (BRS 294RR) e de 37,49 g/vaso (NA 6262RR) a 62,09 g/vaso (BMX Força RR) na baixa ($V = 40\%$) e alta ($V = 70\%$) quantidade de calcário aplicado (Tabela 1). Moreira et al. (2015) observaram que cultivares de soja adaptadas para as condições tropicais e subtropicais apresentam respostas distintas de crescimento para a produção de MSPA e grãos, assim visto que a cultivar BRS 360RR foi mais sensível (58,7%) e a NA 5909RR a menos sensível (88,8%) à acidez do solo. Na média dos cultivares, o valor médio da produção relativa (PR), foi de 74,6% (Tabela 1).

A concentração de nutrientes nas folhas de N, K, Ca, Mg e S foram influenciadas pela dose de calcário e diferentes cultivares. Independente dos tratamentos, as concentrações foliares de N, K e S e ficaram abaixo de 45,0 a 55,0 g N kg⁻¹, 17,0 a 25,0 g K kg⁻¹ e 2,0 a 2,5 g S kg⁻¹, enquanto as de P, Ca e Mg ficaram dentro das faixas de 2,6 a 5,0 g P kg⁻¹, 4,0 a 20,0 g Ca kg⁻¹ e 3,0 a 10,0 g Mg kg⁻¹ indicadas como adequada para a cultura da soja (TECNOLOGIAS..., 2013). Entre os cultivares, exceto para N e S, a soja com tecnologia intacta RR2 (FPS Solar IPRO) apresentou as maiores concentrações foliares de P, K, Ca e Mg. No caso de P a elevação do pH, possivelmente não foi suficiente para alterar o processo de absorção pela plantas, o que não alterou o teor foliar independente das cultivares.

Conclusão

As cultivares apresentaram respostas distintas nos dois níveis de calcário. O incremento da saturação por bases de 40% para 70% aumentou em 31,1% a produção de grãos (PG). A produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) aumentou significativamente com o incremento da dose de calcário. A absorção foliar dos macronutrientes na soja foi na ordem de $N > K > P > Ca > Mg > S$.

Tabela 1. Produção de grãos (PG), número de grãos por vagem (NGV), material seca da parte aérea (MSPA), e produção relativa das cultivares de soja em dois níveis de calcário [V 40% (1,5 t ha⁻¹) e 70% (2,7 t ha⁻¹)].

Cultivar	PG (g/vaso)		NGV (n)		MSPA (g)		PR (%)
	40%	70%	40%	70%	40%	70%	
BMX Apolo RR	17,3a	20,2a	2a	2a	30,2c	40,2b	85,7
BMX Força RR	12,2b	16,1b	2a	2a	34,9b	62,1a	75,6
BMX Potência RR	19,1a	22,6a	2a	2a	42,8a	54,6b	84,8
BMX Turbo RR	13,4b	22,9a	2a	2a	28,7c	43,4c	58,8
BRS 294RR	14,7b	17,5b	2a	2a	48,4a	59,6a	84,0
BRS 295RR	13,3b	20,6a	2a	2a	36,7a	59,3a	64,5
BRS 359RR	17,1a	21,1a	2a	2a	41,1a	52,4b	81,1
BRS 360RR	10,9b	18,5b	2a	2a	38,5a	47,9b	58,7
NA 5909RR	18,2a	20,5a	2a	2a	38,8a	50,8b	88,8
NA 6262RR	14,5b	20,1a	2a	2a	30,2c	37,5c	72,1
FTS Solar IPRO	17,1a	19,8a	2a	2a	35,7b	48,4b	86,4
TMG 1066RR	18,0a	21,2a	2a	2a	45,1a	52,7b	85,1
TMG 7161RR	14,6b	21,2a	2a	2a	23,2c	38,4c	68,9
TMG 7262RR	15,7a	20,4a	2a	2a	34,8b	39,8c	76,8
Vmax RR	15,6a	21,0a	2a	2a	41,2a	55,8a	74,0
Média	15,5B	20,3A	2A	2A	36,7B	49,5A	74,6
F teste							
Cultivar	4,799*		1,438 ^{NS}		14,279*		
Doses	127,646*		1,721 ^{NS}		185,125*		
Cultivar × Doses	2,696*		0,923 ^{NS}		2,456*		
CV (%)	11,29		9,49		10,39		

*. ^{NS} Significativo a 5% probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na mesma coluna e maiúscula na mesma linha dentro de cada variável diferem a 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Referências

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira, 2015/2016; grãos.** CO-NAB: Brasília, 2016. 45p.

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

FAGERIA, N. K.; MORAIS, O. P. Evaluation of rice cultivars for utilization of calcium and magnesium in the Cerrado soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, p. 667-672, 1987.

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

MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; FAGERIA, N. K. Variability on yield, nutritional status, soil fertility, and potassium-use efficiency by soybean cultivar in acidic soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 46, p. 2490-2508, 2015.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Chemical soil attributes as affected by lime and phosphogypsum surface application in a recently established no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 675-688, 2008.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507-512, 1974.

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

Métodos de interpolação de dados e distribuição espacial de *Macrophomina phaseolina* no solo

DIAS, L.A.F.¹; SILVA, J. A.¹; PINTOR I.R.¹; OLIVEIRA, M.C.N.de²; FARIAS, J.R.B.²; SIBALDELLI, R.N.R.³; ALMEIDA, A.M.R.²

¹Universidade Norte do Paraná; ²Embrapa Soja, Londrina, Paraná, e-mail: alvaro.almeida@embrapa.br;

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Introdução

A podridão de carvão das raízes de soja é causada pelo fungo de solo, descrito como *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid que afeta mais de 500 espécies vegetais (DHINGRA, 1978). Os microescleródios são estruturas de resistência produzidas nas raízes de plantas, entre a camada do córtex e da epiderme. Com a decomposição dos tecidos os mesmos são liberados no solo (COOK, 1973). Segundo Almeida et al. (2014), esse fungo ocorre em reboleiras de diversos tamanhos.

Para avaliar a distribuição espacial desse fungo, utilizam-se métodos de interpolação de dados, que se baseia na teoria de variáveis regionalizadas (VIEIRA, 1996). Os métodos de interpolação são também usados na pesquisa, nas diferentes áreas da ciência, quando se deseja um

estudo geoestatístico completo, em que se aplicam diferentes modelos e um deles é selecionado quando apresenta menor erro amostral e as melhores estimativas dos parâmetros com confiabilidade. Vários são os interpoladores encontrados na literatura, tais como: o inverso da distância ao quadrado (IDW), que estima valores de pontos não amostrados, fundamentando-se, em pontos amostrados, atribuindo-se valores em cada amostra e a distância entre elas (ALVARENGA et al., 2010). A krigagem ordinária é outro método de interpolação de dados que é uma combinação linear de valores amostrados e valores atribuídos a cada amostra vizinha (OLIVEIRA, 2003). Um terceiro método é o dos vizinhos naturais, totalmente diferente dos anteriores, utilizando-se a técnica de polígonos Thiessen, para avaliar valores para os pontos vizinhos. Esse método faz a interpolação pela média ponderada dos pontos vizinhos (AGUILAR, 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição espacial da *M. phaseolina*, no solo utilizando os três modelos de interpolação de dados. A segunda fase desta pesquisa será utilizar a geoestatística propriamente dita, ou seja, avaliar diferentes modelos da literatura, usando os três interpoladores aqui apresentados, bem como as estimativas dos parâmetros desses modelos, semivariogramas e selecionando o modelo que melhor se ajusta aos dados de *M. phaseolina*.

Material e Métodos

As amostras foram coletadas na Fazenda da Embrapa Soja, Londrina-PR, na data de 14/05/2015 no talhão denominado B-14, sob um grid regular. A coleta foi realizada em quatro pontos, dentro de um quadrado de 1x1 m, com área contígua de 5x5 m (total de 25 m²), totalizando 100 amostras georreferenciadas.

A coleta do solo foi realizada com a utilização de trado na profundidade de 0-10 cm. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetadas e levadas ao laboratório de Fitopatologia para prosseguimento das análises.

A determinação da umidade das amostras foi efetuada pelo método de

gravimetria, secando em estufa 10 g de solo de cada amostra a 104 °C por 24 h. Para quantificação das unidades formadoras de colônias foi utilizado meio de cultura BDA com adição de 0,01% de rosa de bengala, posteriormente esterilizado. Foram pesadas 5 g de solo, por amostra, em béqueres, devidamente etiquetados. Procedeu-se à lavagem das amostras de solo com solução 0,6% de hipoclorito de sódio por 5 minutos. Assim o solo foi peneirado em peneiras de 297 μm , coletando-se micropartículas que ficavam retidos na peneira de 45 μm , devolvendo-se ao béquer utilizando uma piseta contendo água destilada e completando-se com 20 mL. Os meios retirados da autoclave foram mantidos em banho-maria a 60 °C. Foi adicionado 1,28 mL de estreptomicina/cloroneb a 1% e a mistura de 5 g solo em 20 mL de água destilada, totalizando 100 mL. Esses foram homogeneizados e distribuídos posteriormente em 5 placas com o meio solubilizado em banho-maria.

Essas placas foram incubadas por 10 dias à temperatura de 28 °C fazendo-se a avaliação do número de unidades formadoras de colônias (UFC). A quantificação dos resultados considerou a contagem de 10 placas por amostra.

Para a interpolação dos dados foi utilizado o software Surfer 9.0, aceitando-se a programação original do software para cada método interpolador. As equações utilizadas, para os determinados métodos de interpolação, inverso da distância ao quadrado - IDW (1), krigagem ordinária (2) e vizinhos naturais (3), são apresentadas abaixo:

$$\hat{Z}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}} \quad \text{Equação 1}$$

$$\hat{Z}_{(x_0)} = \sum_{i=0}^n \lambda Z(x_i) \quad \text{Equação 2}$$

$$f(x) = \sum_{i=0}^k w_i(x) a_i \quad \text{Equação 3}$$

Resultados e Discussão

Os mapas gerados no software Surfer 9.0 referentes aos três métodos de interpolação utilizados (Figura 1), mostram a distribuição espacial das colônias de *M. phaseolina*, sendo que as imagens geradas nessas interpolações se apresentam visivelmente diferentes entre elas.

O método de interpolação por vizinhos naturais (Figura 1A) apresentou uma suavidade na distribuição entre os valores de 0 a 12 UFC. Enquanto que os pontos de 12 a 42 UFC ficaram muito próximos não representando sua disseminação. A bordadura do mapa foi afetada pelo método cortando pontos que poderiam representar alta concentração de microesclerócios, limitando a avaliação. Esse método calcula a interpolação até os limites da amostragem, sendo comum deixar bordaduras nas coletas dos dados, que ficam nas falhas dos mapas, ao se avaliar a área total.

A krigagem ordinária (Figura 1B) mostrou-se suave entre os valores de 0 a 18 UFC, isto é, as mudanças de classes não são abruptas. Os pontos de maior concentração entre 24 a 42 UFC foram representados na sua disseminação pelo mapa, que possui extrapolação entre os valores até a borda de toda a área, diferente do método dos vizinhos naturais, facilitando sua avaliação em toda a área de coleta.

Inverso da distância do quadrado - IDW (Figura 1C) mostra distribuição espacial em praticamente todo o mapa nas concentrações de 6 a 12 UFC. Houve formação de "bull's eyes", ou "olhos-de-boi" nos valores de 0 a 6 UFC. No entanto, em outras concentrações, valores de 12 a 42 UFC, não houve a representação da distribuição do fungo, dificultando a interpretação da distribuição espacial dos dados. A presença de "olhos-de-boi" dificultou a interpretação dos dados pois conduz a uma "contaminação" das leituras.

Embora o método de interpolação por krigagem ordinária seja o mais adequado, a distribuição espacial das colônias de *M. phaseolina* ainda não está adequada, necessitando inserir numa segunda fase da pesquisa informações de solo e ambiente que determinem, com exatidão,

o melhor método a ser utilizado. Como é um fungo de solo, várias características devem ser consideradas como: umidade e temperatura do solo; textura do solo, que dependendo do sistema de mecanização, pode alterar os valores de UFC; níveis de fertilidade; microrganismos do solo (bactéria, fungos e actinomicetos que produzem compostos antagônicos à *M. phaseolina*). A análise e a aplicação dos métodos geoestatísticos, na próxima etapa do trabalho, facilitará a interpretação da distribuição espacial desses dados, promovendo maior entendimento no controle dessa doença, sobre o sistema conveniente de preparo do solo e cultura posterior.

Conclusão

A distribuição espacial de *M. phaseolina* usando a krigagem ordinária foi o melhor método de interpolação para avaliação desse fungo, provavelmente por ser um interpolador que considera as relações de dependência espacial entre os dados. Outros fatores que interferem na distribuição espacial desse fungo devem ser avaliados.

Referências

- AGUILAR, M.A.; AGUILAR, F.J.; CARVAJAL, F.; AGUERA, F. Evacuación de diferentes técnicas de interpolación especial para la feneración de modelos digitales de elevación del terreno agrícola. **Mapping Interactivo**, n. 74, p. 72-92, 2001.
- ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N. de; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; COSTA, J. M. da; GAUDÊNCIO, C. de A. ***Macrophomina phaseolina* em soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 55 p. (Embrapa Soja. Documentos, 346).
- ALVARENGA, L.H.V.; PINTO, A.L.R.; SILVA, S.T.; ALTOÉ, T.F.; MORAIS, V.A.; MELLO, J.M. Comparação de procedimentos de amostragem na precisão de Inventário Florestal em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 19., Lavras, 2010. **Anais...** Lavras: SBPC, 2010. 6p. Disponível em: < <http://www.sbpnet.org.br/livro/lavras/resumos/1168.pdf> >. Acesso em 07 jul. 2016.

COOK, G.E.; BOOSALIS, M.G.; DUNKLE, L.D.; ODVODY, G.W. Survival of *Macrophomina phaseolina* in dorn and sorghum stalk residue. **Plant Disease Reporter**, v. 57, p. 873-875, 1973.

DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Biology and pathology of *Macrophomina phaseolina***. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1978. 166 p.

OLIVEIRA, M.C.N. de. **Métodos de estimação de parâmetros em modelos geostatísticos com diferentes estruturas de covariâncias: uma aplicação ao teor de cálcio no solo**. 2003. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VIEIRA, S.R. **Geostatística**. Botucatu: UNESP, 1996. 71 p. (Apostila, Curso de extensão universitária).

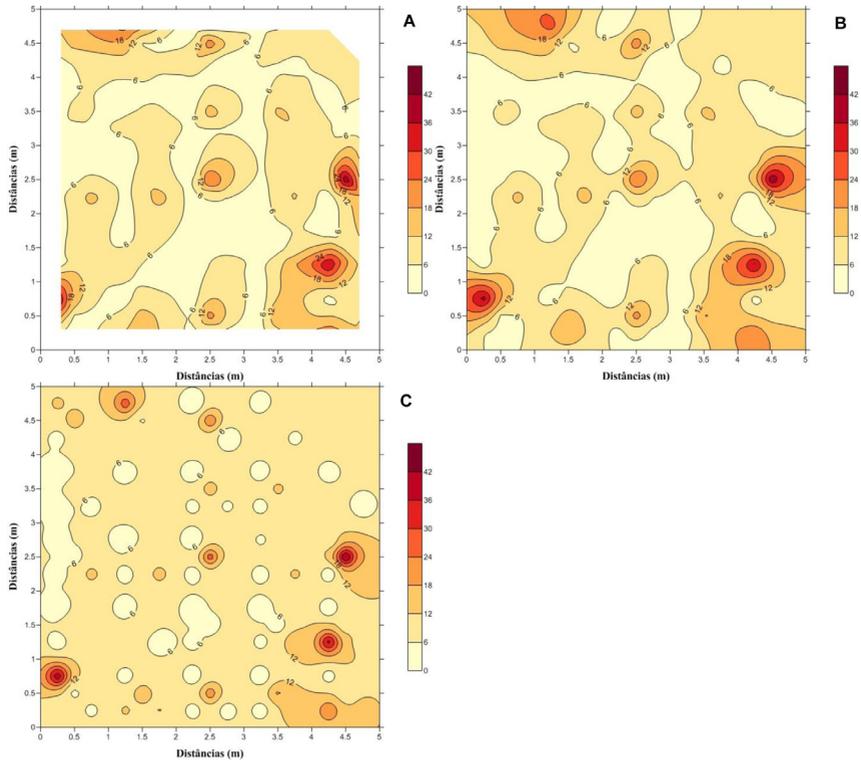


Figura 1. Distribuição espacial de número de unidades formadoras de colônias (UFC) de *Macrophomina phaseolina*. Interpolação pelos métodos: Vizinhos Naturais (A), Krigagem ordinária (B) e Inverso da distância do quadrado - IDW (C).

Quantificação dos teores de óleo e proteína em grãos de genótipos de soja submetidos a diferentes regimes hídricos sob condições de campo

PASSOS, G.P.¹; SANTOS, E.D.²; FERREIRA, L.C.³; FARIAS, J.R.B.⁴; NEPOMUCENO, A.L.⁴; MANDARINO, J.M.G.⁴; MERTZ-HENNING, L.M.⁴; NEUMAIER, N.⁴

¹Unopar, bolsista CNPq, gabriely.paes@hotmail.com; ²Unifil, Bolsista Embrapa Soja; ³Pós Doutorando/CAPES, Embrapa Soja; ⁴Pesquisador(a), Embrapa Soja.

Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma cultura que nas últimas três décadas apresentou grande expansão, ocupando aproximadamente 49% da área destinada à produção de grãos no país. Um dos fatores para o crescimento da cultura são os avanços tecnológicos envolvidos em seu processamento, haja vista que o grão produzido é utilizado principalmente para fabricação de ração animal, óleo vegetal comestível refinado e uma infinidade de produtos para uso na alimentação humana (MAPA, 2016).

Com o aumento da população mundial e com os já escassos recursos naturais para produção agrícola, cada vez mais limitados, um dos grandes desafios da agricultura é a manutenção da produção em nível

compatível com a demanda, sempre crescente, tanto em termos de quantidade como de qualidade. Assim sendo, os grãos de soja produzidos devem apresentar teores adequados de óleo e proteína para satisfazer o mercado. A soja é a cultura que ocupa a terceira posição na produção mundial de grãos. Por ser uma das principais matérias-primas para a produção de farelo e óleo vegetal comestível, os teores de óleo e proteína determinam o valor comercial da leguminosa; a grande demanda existente se deve ao alto teor de proteína encontrado no seu farelo, quando comparado a outras fontes de proteína vegetal (GASSEN; BORGES, 2004; PÍPOLO et al., 2015).

Segundo Gassen e Borges (2004), nos países em desenvolvimento baseados em uma produção rural, a soja é uma das culturas com maior potencial de disponibilizar proteína de alto valor nutricional. No entanto, atualmente alguns fabricantes de ração animal, baseada no farelo de soja, questionam os baixos teores de proteína encontrados nos lotes da leguminosa que, em média, devem apresentar teores acima de 38% de proteína (EMBRAPA, 2015).

Os teores de óleo e proteína da soja são determinados principalmente por fatores genéticos das cultivares. Porém, outro fator que gera grande impacto nesses teores é o ambiente, principalmente no período em que ocorre o enchimento de grãos. Ainda não existem estudos aprofundados sobre os fatores ambientais e sua influência nos teores de óleo e proteína da soja no Brasil, embora se tenha uma ideia de que principalmente a temperatura, regime de chuvas e radiação solar tenham influência neste processo, uma vez que a cultura está implantada em todo o país. De acordo com alguns estudos na área do melhoramento genético vegetal, conforme aumenta o teor de proteína, diminui o teor de óleo e a produtividade (ÁVILA et al., 2007; PÍPOLO et al., 2015).

Com base nessas informações, o objetivo deste trabalho foi quantificar os teores de óleo e proteína de genótipos de soja, com e sem genes de

tolerância à seca, submetidos a diferentes regimes hídricos em condições de campo.

Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo foram utilizados grãos produzidos a campo em um experimento de tolerância à seca, na área destinada à Equipe de Ecofisiologia, na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, localizada nas coordenadas 23° 11' 44''S e 51° 10' 35''O, com altitude de 598 m. O experimento foi instalado com espaçamento de 0,5 m entre linhas, em delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro blocos, em condições de campo; com parcelas recebendo os tratamentos Não Irrigado (NI) e Irrigado (I) e parcelas submetidas ao déficit hídrico no período vegetativo (EHV) e no período reprodutivo (EHR), estas últimas, dispostas sob abrigos móveis contra a chuva (*rain-out shelters*). Os genótipos estudados foram duas cultivares (BR 16 e BRS 1010 IPRO) e três linhagens (1Ea2939, 2Ia4 e 1Ea15) que possuem genes de tolerância à seca incorporados aos seus genomas por transformação genética. Dos grãos colhidos de cada parcela foram separadas, no Laboratório OGM 4 da Embrapa Soja, amostras de 30 g por parcela, as quais foram colocadas em envelopes identificados e posteriormente levados ao Laboratório de Análises Físico-Químicas e Cromatográficas da Embrapa Soja, onde os teores de óleo e proteína foram determinados.

Para a determinação dos teores de óleo e proteína, foi utilizado o equipamento de espectroscopia de infravermelho próximo (FT-NIR) da marca ThermoScientific, modelo Antaris II, dotado de esfera de integração e leitura na faixa entre 1100 e 2500 nanômetros. As amostras previamente selecionadas foram colocadas em cápsulas próprias do equipamento e acopladas ao mesmo, realizando-se 32 leituras por amostra, com resolução de 4cm. O teor de umidade das amostras também foi determinado para que os resultados dos teores percentuais de óleo e proteína das amostras fossem expressos em base seca. Como requisito para se obter uma boa leitura, o ambiente foi mantido em temperatura constante e inferior a 22°C, pois oscilações na temperatura geram variações na curva espectral. As amostras (grãos/sementes) de

soja foram limpas, ou seja, livres de restos culturais tais como folhas, gravetos e hastes, bem como de torrões de solo.

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

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados mostrados na Figura 1, é possível constatar que, de maneira geral, o déficit hídrico aplicado nos estádios vegetativo (EHV) e reprodutivo (EHR) afetou positivamente o teor de proteína nos diferentes genótipos, com exceção das linhagens 1Ea2939 e 2Ia4.

Com relação aos genótipos, a linhagem 1Ea2939, independentemente da condição hídrica, apresentou maior teor de proteína em relação às demais linhagens e cultivares avaliadas, enquanto a cultivar BRS 1010 IPRO apresentou os menores teores (Figura 1). Essa diferença observada pode ser atribuída à duração do ciclo de cada material, tendo em vista que a linhagem 1Ea2939 apresenta ciclo longo quando comparada aos demais genótipos utilizados no presente estudo. O tempo adicional com que contou esta linhagem, em condições hídricas favoráveis ou não, pode ter proporcionado maior produção de assimilados, o que resultou na manutenção dos seus teores de proteína, independentemente do tratamento (Figura 1). Esses resultados corroboram os de Maehler et al. (2003), os quais afirmam que, na medida em que se aumenta a taxa de assimilados no grão, maior será o teor de proteína em relação ao teor de óleo.

Por outro lado, com relação ao teor de óleo (Figura 2), a linhagem 1Ea2939, apresentou os menores teores, exceto no tratamento EHR, onde não foram observadas diferenças significativas em relação aos demais genótipos. Nos tratamentos NI, a cultivar BRS1010 IPRO apresentou resultados superiores em relação aos demais genótipos. Com base nos dados obtidos, os teores de óleo e proteína determinados neste estudo estão de acordo com aqueles encontrados em outros estudos já realizados, onde em cultivares de soja com maior teor de proteína,

ocorre uma diminuição dos teores de óleo, pois as correlações fenotípicas e genotípicas entre estes fatores são negativas, ocorrendo um efeito aditivo em um dos fatores em vez de efeitos genéticos dominantes (PÍPOLO et al., 2015). Ainda com relação à Figura 2, é possível observar que, exceto para a linhagem 1Ea2939, os materiais apresentaram redução no teor de óleo com o estresse hídrico no período reprodutivo (EHR).

Conclusão

Dentre os genótipos avaliados no presente estudo, o que apresentou maior teor de proteína foi a linhagem 1Ea2939, porém, seus teores de óleo foram os menores dentre todos os genótipos testados.

Os efeitos do déficit hídrico nos teores de óleo e proteína variaram em função da cultivar, sendo que, para os genótipos 1Ea15, BR 16 e BRS 1010 IPRO, observou-se o aumento no teor de proteína e redução no teor de óleo.

Referências

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; VIDIGAL FILHO, P.D. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.3, p.111-127, 2007.

EMBRAPA. **Soja sofre redução no teor de proteína ao longo do tempo**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7693893/soja-sofre-reducao-no-teor-de-proteina-ao-longo-do-tempo>>. Acesso em: 06 mai. 2016.

GASSEN, F.; BORGES, L.D. Importância econômica da soja. In: FORCELINI, C.A.; REIS, E.M.; GASSEN, F.; YORINORI, J.T.; HOFFMAN, L.; CONSTAMILAN, L.; SILVA, O.C. da.; BALARDIN, R.; CASA, R.T. **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. p. 11-13.

MAEHLER, A.R.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; RAMBO, L. Qualidade dos grãos de duas cultivares de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.2, p.213-218, 2003.

MAPA. Soja. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 05 mai. 2016.

PIPOLO, A. E.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; MANDARINO, J. M. G. **Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria.** Londrina: Embrapa Soja, 2015. 15 p. (Embrapa Soja. Comunicado técnico, 86).

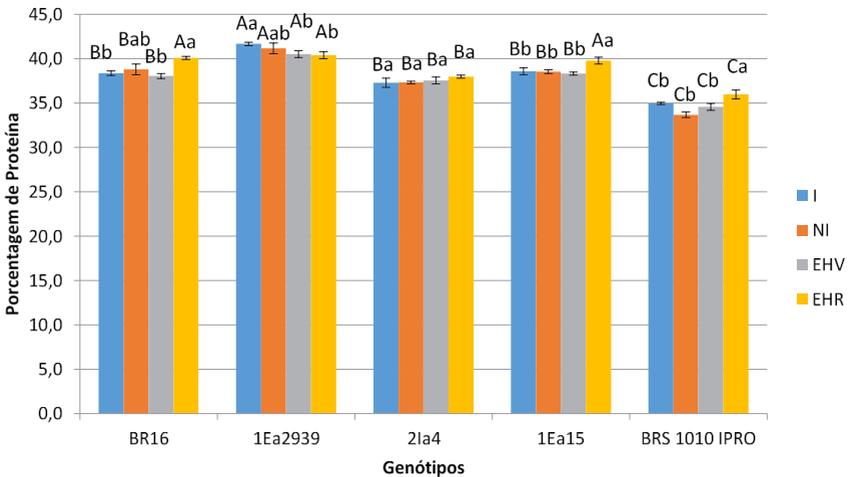


Figura 1. Teor de proteína em genótipos de soja submetidos a diferentes regimes hídricos sob condições de campo: I – Irrigado, NI – Não irrigado, EH – Estresse hídrico no vegetativo, EHR - Estresse hídrico no reprodutivo. Letras minúsculas comparam tratamentos dentro de genótipos e letras maiúsculas comparam genótipos dentro de cada tratamento. Londrina, PR. Safra 2015/16.

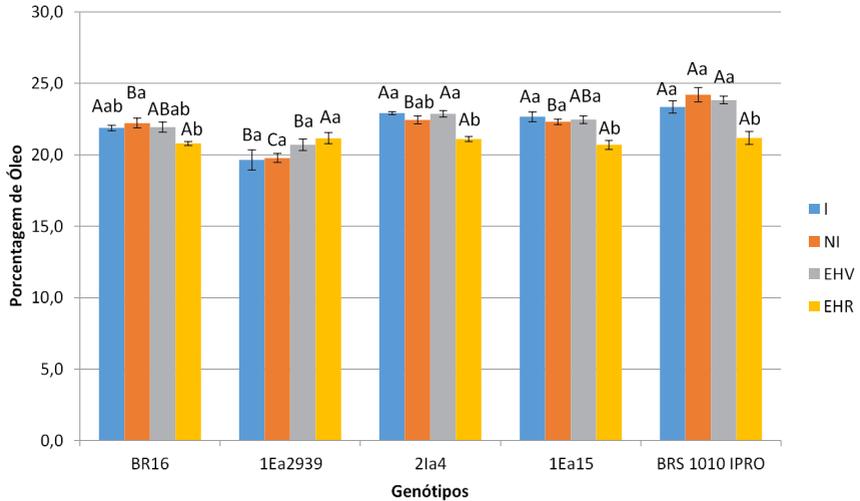


Figura 2. Teor de óleo em genótipos de soja submetidos a diferentes regimes hídricos sob condições de campo: I – Irrigado, NI – Não irrigado, EHV – Estresse hídrico no vegetativo, EHR - Estresse hídrico no reprodutivo. Letras minúsculas comparam tratamentos dentro de genótipos e letras maiúsculas comparam genótipos dentro de cada tratamento. Londrina, PR. Safra 2015/16.

Características biológicas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes alimentos

GRANDE, M.L.M. ¹; SHIMADA, G. ²; SILVA, D.M. ²; BUENO, A. F. ³; SANTORO, P. H. ⁴

¹UEL, Bolsista Capes, marcelalaiz@hotmail.com; ²IAPAR, Bolsista Capes; ³Pesquisador, Embrapa Soja; ⁴Pesquisador, IAPAR.

Introdução

Helicoverpa armigera (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) apresenta ampla distribuição geográfica e encontra-se registrada em praticamente toda Europa, Ásia, África, Austrália e Oceania (GUOQING et al., 2001), onde é responsável por prejuízos anuais de aproximadamente US\$ 5 bilhões (LAMMERS; MACLEOD, 2007). Nas Américas, essa praga não havia sido detectada até 2013, quando sua ocorrência foi registrada em várias regiões agrícolas do Brasil pela primeira vez (CZEPAK et al., 2013), inicialmente nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso, associada principalmente às culturas de algodão e da soja (VIVAN et al., 2014).

As lagartas dessa espécie, *H. armigera*, podem se alimentar tanto dos órgãos vegetativos, como dos reprodutivos de várias plantas de impor-

tância econômica, as quais estão distribuídas em cerca de 45 famílias botânicas (ALI; CHOUDHURY, 2009). Sendo assim, é importante conhecer a biologia e desenvolvimento dessa praga nas mais diferentes culturas visando principalmente entender as variações comportamentais observadas em sua população nas diferentes safras agrícolas. Portanto, este trabalho objetivou-se em determinar as principais características biológicas de *H. armigera* em plantas de soja (BRS 360), milho (DOW 2B688), algodão (FMT 701), buva (*Conyza bonariensis*) e braquiária (*Braquiaria ruzizensis*).

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em condições controladas de laboratório (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12/12 h C/E) e em casas teladas instaladas em Londrina, PR, no campo experimental da Embrapa Soja ($23^\circ 12' 28.6''\text{S}$ $51^\circ 10' 56.5''\text{W}$). A temperatura média foi de $23,8^\circ\text{C}$ e a umidade relativa do ar $62,0\%$, conforme dados obtidos na estação agrometeorológica da Embrapa Soja, no período de novembro de 2014 a fevereiro de 2015.

As lagartas de *H. armigera* foram obtidas no laboratório de criação massal da Embrapa Soja e mantida em dieta artificial de Greene et al. (1976) modificada por Hoffman-Campo et al. (1985). Dois experimentos (bioensaios 1 e 2) foram conduzidos de forma independente, sendo o primeiro realizado com lagartas de primeiro instar e o segundo com lagartas de terceiro instar. Até o início do 3º instar as lagartas foram mantidas em dieta artificial.

O primeiro experimento (lagartas de 1º instar) foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e cinco repetições, cada uma, constituída por dez lagartas individualizadas. Os tratamentos foram: dieta artificial de Greene et al. (1976) modificada por Hoffman-Campo et al. (1985), soja (*Glycine max* L.) BRS 360 (folha, vagem e a combinação de folha com vagem), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) FMT 701 (folha, maçã e a combinação de folha com maçã), milho (*Zea mays* L.) DOW 2B688 (folha, espiga e a combinação

de folha com espiga), braquiária cultivar ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis* R.) (folha) e buva (*Conyza bonariensis* L.) (folha). Os ovos de *H. armigera* foram individualizados em copos parafinados com os diferentes alimentos e mantidos em câmaras climatizadas tipo BOD, com temperatura, umidade e fotoperíodo controlados até a eclosão das lagartas. As lagartas de 1º instar foram mantidas no mesmo alimento e na mesma BOD para avaliação das variáveis biológicas.

O segundo experimento (lagartas de 3º instar) foi realizado com os mesmos tratamentos do primeiro, porém apenas com três repetições, cada uma delas constituída por dez lagartas, devido a pouca disponibilidade de lagartas em consequência da mortalidade ocorrida nos primeiros instares. As lagartas de *H. armigera* foram mantidas em copos parafinados com dieta artificial até o terceiro instar, quando então foram transferidas para copos contendo os diferentes tratamentos.

Para ambos os experimentos, antes de fornecer as estruturas vegetais aos insetos, estas foram desinfetadas em solução aquosa de hipoclorito de sódio (4%), enxaguadas em água destilada e o excesso de água foi retirado com papel toalha. Diariamente, o alimento foi substituído de modo à nunca faltar alimento para as lagartas. O período de duração (dias), sobrevivência dos diferentes estágios de desenvolvimento e o peso de pupas (24 h) foram registrados diariamente para os dois experimentos.

Os resultados dos bioensaios foram submetidos a análise da normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), da homogeneidade de variância dos tratamentos e da aditividade do modelo (BURR ; FOSTER, 1972). Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) (SAS INSTITUTE, 2001).

Resultados e Discussão

A dieta artificial utilizada como tratamento controle nesse experimento, permitiu o desenvolvimento de todas as fases das lagartas de *H. armigera*, apresentando também maior peso de pupas e sobrevivência, em ambos os experimentos (1º instar ou 3º instar) (Tabela 1 e 2). O período larval (Tabela 1), a partir do 1º instar, foi prolongado para lagartas

alimentadas com algodão (folha + maçã) e soja (folha). Os hospedeiros: soja (vagem), algodão (folha), algodão (maçã), milho (folha), Braquiária e buva não permitiram o desenvolvimento larval de *H. armigera*. A folha e a maçã de algodão e a vagem de soja revelaram-se hospedeiros inadequados para o desenvolvimento de *H. armigera*, assim como as plantas daninhas, braquiaria e buva, em comparação a folhas de milho e soja, visto o maior período larval e baixa ou nenhuma sobrevivência nesses tratamentos. Uma duração maior do período de larva a adulto é descrito como uma ação compensatória para que a larva possa se recuperar quando alimentada com hospedeiros de baixa qualidade nutricional (SILVA et al., 2012), o que não ocorreu nesse estudo pois apesar do maior período larval nos hospedeiros citados, *H. armigera* não atingiu a fase adulta. Reigada et al. (2016), estudando a biologia de *H. armigera* em diferentes hospedeiros, também verificaram o não desenvolvimento de larvas alimentadas com milho e destacou a preferência dessa espécie por soja e algodão, o que pode estar relacionado também as diferenças nos genótipos estudados.

O período de pré-pupa e pupa, independente do hospedeiro utilizado por *H. armigera*, foi semelhante (Tabela 1). As mariposas de *H. armigera* apresentaram menor sobrevivência nos tratamentos com soja folha + vagem, milho espiga e folha + espiga. O maior peso de pupas, apesar da menor sobrevivência, foi apresentado pelos insetos alimentados com milho espiga e folha + espiga. *H. armigera* alimentadas com algodão (folha + maçã) tiveram maior duração do ciclo larval (lagarta-adulto) quando comparado aos demais hospedeiros (Tabela 1). O maior peso de pupas de *H. armigera* em alguns tratamentos está associado à maior adequação do alimento ingerido, o que, normalmente, reflete em melhor desempenho reprodutivo dos adultos (DARYAEI et al., 2007). O baixo peso de larvas alimentadas com algodão folha e maçã e vagem de soja permite inferir que o prolongamento do período larval é devido à qualidade do alimento ser inferior as necessidades do inseto.

As lagartas de *H. armigera* que iniciaram sua alimentação no 3º instar (Tabela 2) apresentaram maior período larval quando alimentadas com algodão maçã e folha + maçã, entretanto, não conseguiram completar

todo ciclo larval e não atingiram a fase de pupa. A duração do período de pré pupa e pupa não apresentou diferenças entre os tratamentos. As pupas de maior peso foram observadas para lagartas alimentadas com dieta artificial, seguidas por lagartas alimentadas em milho espiga e folha + espiga. Somente soja folha e folha + vagem, milho espiga e folha + espiga permitiram a sobrevivência de *H. armigera* até a fase adulta, que ficou abaixo dos 33,3%. Os parâmetros biológicos de *H. armigera* não puderam ser avaliados nos hospedeiros, algodão, braquiária e buva, devido a mortalidade dos insetos em todas as estruturas testadas desses hospedeiros, o que sugere a presença de aleloquímico deterrente nessas plantas ou, até mesmo, efeitos de antibiose e antixenose. Alguns autores relatam as propriedades deterrentes e repelentes de aleloquímicos presentes nas plantas que interferem no desenvolvimento dos insetos (PICHERSKY; LEWINSOHN, 2011), esses aspectos não foram avaliados e devem ser verificados em pesquisas futuras.

A adequação de uma planta como hospedeira depende da sua composição química e pode afetar os parâmetros biológicos e fisiológicos dos insetos (NATION, 2002; GOLIZADEH et al., 2009). No presente estudo, houve diferenças no consumo e quantidade de fezes produzidas pelas lagartas, o que pode sugerir a não preferência por determinados alimentos ofertados e não somente aos aspectos nutricionais das plantas oferecidas (PANIZZI; PARRA, 2009). As lagartas alimentadas com folha e maçã de algodão e a vagem de soja não conseguiram completar o seu desenvolvimento, o que sugere que a composição nutricional destes hospedeiros era desfavorável para o desenvolvimento dessas pragas.

Conclusão

A soja e milho são hospedeiros mais adequados as exigências de desenvolvimento de, *H. armigera* entre os demais hospedeiros testados. Os alimentos avaliados não propiciaram bom desenvolvimento da praga à exceção da dieta artificial. Isto pode indicar que os surtos populacionais dessa praga observados na safra 2012/2013 estão provavelmente mais ligados aos desequilíbrios ecológicos encontrados nos agroecossistema do que o potencial biótico da praga.

Referências

- ALI, A.; CHOUDHURY, R.A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 4, p. 99-106, 2009.
- BURR, I.W.; FOSTER, L.A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972. 26 p. (Mimeo Series, 282).
- 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.
- DARYAEI, G.M.; DARVISHI, S.; ETEBARI, K.; SALEHI, M. Host preference and nutrition efficiency of the gypsy moth, *Lymantria dispar* L. (Lymantriidae: Lepidoptera), on different poplar clones. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 32, p. 469–476, 2007.
- GOLIZADEH, A.; KAMALI, K.; FATHIPOUR, Y.; ABBASIPOUR, H. Life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on five cultivated brassicaceous host plants. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 11, p. 115-124, 2009.
- GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, p. 487-488, 1976.
- GUOQING, L.; ZHAOJUN, H.; LILI, M.; XIAORAN, Q.; CHANGKUN, C.; YINCHANG, W. Natural oviposition-deterrent chemicals in female cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). **Journal of Insect Pathology**, v. 47, p. 951-956, 2001.
- HOFFMANN-CAMPO, C.B.; OLIVEIRA, E. B. de; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*)**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1985. 23 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 10).

LAMMERS, J.W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis:**

Helicoverpa armigera (Hübner, 1808). [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>> Acesso em: 2 mar. 2016.

NATION, J. L. **Insect physiology and biochemistry**. Roca Baton: CRC Press, 2002. 119p.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Londrina: Embrapa Soja, 2009. 1164 p.

PICHERSKY, E.; LEWINSOHN, E. Convergent evolution in plant specialized metabolism. *Annual Review of Plant Biology*, v. 62, p. 549–566, 2011.

REIGADA, C.; GUIMARÃES, K. F.; PARRA, J. R. P. Relative fitness of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seven host plants: a perspective for IPM in Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 16, p. 40, 2016.

SAS INSTITUTE. **User's Guide: Statistics**. Version 6th ed. Cary: SAS Institute, 2001.

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

SILVA, D.M.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; BUENO A.F.; BUENO, R.C.O.F.; OLIVEIRA, M.C.N.; MOSCARDI, F. Biological characteristics of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) for three consecutive generations under different temperatures: understanding the possible impact of global warming on a soybean pest. **Bulletin of Entomological Research**, v. 102, p. 285–292, 2012.

VIVAN, M.L.; DEGRANDE, E.P. Pragas da Soja. **Boletim de pesquisa de Soja 2013/2014**, n.16, p.124-172,2013.

Tabela 1. Características biológicas do desenvolvimento de *Helicoverpa armigera* (média ± EP) individualizadas em diferentes alimentos a partir do 1º instar.

Alimento	Duração (dias) ¹						Ciclo Larval (lagarta-adulto)	Sobrevivência (lagarta-adulto) ³
	Período larval (1 ao 6 instar)	Pre-pupa	Pupa	Adulto	Peso de pupas			
Dieta artificial	16,22 ± 0,51 c	2,6 ± 0,1 ^{ns}	14,9 ± 0,2 ^{ns}	11,8 ± 0,6 b	357,6 ± 6,3 a	45,48 ± 0,75 bc	74,0 ± 2,4 a	
Soja (folha)	22,85 ± 0,61 ab	2,8 ± 0,3	15,1 ± 0,1	11,0 ± 0,0 b	241,3 ± 14,1 b	51,90 ± 0,95 b	22,5 ± 6,3 b	
Soja (vagem)	²	-	-	-	-	-	0,0 ± 0,0 c	
Soja (folha + vagem)	21,45 ± 0,50 b	2,7 ± 0,2	15,3 ± 0,2	12,3 ± 0,9 b	249,3 ± 6,0 b	51,65 ± 1,27 b	24,4 ± 8,3 c	
Algodão (folha)	-	-	-	-	-	-	0,0 ± 0,0 c	
Algodão (maça)	-	-	-	-	-	-	0,0 ± 0,0 c	
Algodão (folha + maça)	25,35 ± 0,87 a	3,00 ± 0,00	15,00 ± 0,00	21,00 ± 0,00 a	214,0 ± 0,00 b	64,35 ± 0,11 a	2,0 ± 0,0 c	
Milho (folha)	-	-	-	-	-	-	0,0 ± 0,0 c	
Milho (espiga)	20,32 ± 0,27 b	2,5 ± 0,1	14,4 ± 0,3	4,4 ± 1,8 c	330,0 ± 1,2 a	41,88 ± 2,14c	46,7 ± 3,3 b	
Milho (folha + espiga)	20,16 ± 0,52 b	2,4 ± 0,1	14,3 ± 0,3	2,2 ± 0,9 c	334,0 ± 4,5 a	39,10 ± 0,30 c	40,0 ± 5,8 b	
Braquiária ruziziensis (folha)	-	-	-	-	-	-	0,0 ± 0,0 c	
Buva (folha)	-	-	-	-	-	-	0,0 ± 0,0 c	
P	<0,0001	0,7754	0,0484	0,0006	<0,0001	<0,0002	<0,0001	

¹Média ± Erro padrão seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade); ²Parâmetro não existente devido a não haver insetos sobreviventes; ³Médias originais seguidas da análise estatística realizada nos dados transformados em \sqrt{X} . ^{ns}Anova não significativa.

Tabela 2. Características biológicas do desenvolvimento de *Helicoverpa armigera* (média ± EP) individualizadas em diferentes alimentos a partir do 3º instar. Lagartas até o início do 3º instar foram mantidas em dieta artificial de Greene et al. (1976) modificada por Hoffman-Campo et al. (1985).

Alimento	Duração (dias) ¹					Peso de pupas	Ciclo Larval (lagarta-adulto)	Sobrevivência (%) (lagarta-adulto)
	Período larval (3 ao 6 instar) ³	Pre-pupa ³	Pupa	Adulto	Adulto			
Dieta artificial	9,43 ± 0,24 e	2,2 ± 0,1 ^{ns}	15,0 ± 0,2 ^{ns}	9,9 ± 0,8 a	333,4 ± 2,45 a	36,48 ± 0,78 b	81,0 ± 4,8 a	
Soja (folha)	12,73 ± 0,69 cd	2,2 ± 0,3	15,2 ± 0,7	3,5 ± 0,3 b	247,0 ± 9,90 c	33,57 ± 0,75 bc	33,3 ± 4,8 c	
Soja (vagem)	14,61 ± 2,94 bc	3,5 ± 1,5	- ²	-	-	-	0,00 ± 0,0 d	
Soja (folha + vagem)	12,76 ± 0,04 cd	2,8 ± 0,4	15,8 ± 0,1	10,5 ± 0,5 a	256,5 ± 9,68 c	41,89 ± 0,66 a	50,0 ± 7,1 b	
Algodão (folha)	-	-	-	-	-	-	0,00 ± 0,0 d	
Algodão (maça)	20,44 ± 2,16 a	4,0 ± 0,0	-	-	-	-	0,00 ± 0,0 d	
Algodão (folha + maça)	18,47 ± 1,22 ab	2,7 ± 0,6	-	-	-	-	0,00 ± 0,0 d	
Milho (folha)	-	-	-	-	-	-	0,00 ± 0,0 d	
Milho (espiga)	10,35 ± 0,09 de	2,7 ± 0,5	15,0 ± 0,6	3,3 ± 0,3 b	297,6 ± 5,6 b	31,38 ± 0,79c	23,8 ± 4,8 c	
Milho (folha + espiga)	10,08 ± 0,27 de	3,5 ± 0,3	15,1 ± 0,2	3,6 ± 0,3 b	298,6 ± 6,4 b	32,30 ± 0,71c	28,6 ± 8,3 c	
Braquiária ruziziensis (folha)	-	-	-	-	-	-	0,00 ± 0,0 d	
Buva (folha)	-	-	-	-	-	-	0,00 ± 0,0 d	
P	<0,0001	0,6396	0,4205	<0,0001	0,0003	0,0003	<0,0001	

¹Média ± Erro padrão seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade); ²Parâmetro não existente devido a não haver insetos sobreviventes; ³Médias originais seguidas da análise estatística realizada nos dados transformados em log(x).

Seletividade de inseticidas a fase de pupa de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae)

SOUZA, M. G. DA S.¹; GRANDE, M.L.M.²; SILVA, D.M.³; PENA, M.R.S.³; BUENO, A.F.⁴

¹UNIFIL, Bolsista Embrapa Soja, mateus_12giovani@hotmail.com; ²UEL, Bolsista Capes; ³IAPAR, Bolsista Capes; ⁴Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

O Brasil destaca-se como segundo maior produtor mundial de soja, *Glycine max* (Merril). Na safra de 2015/2016 produziu aproximadamente 100 milhões de toneladas, logo atrás dos Estados Unidos que produziu 106,93 milhões de toneladas (USDA, 2016). Uma das limitações para maior produtividade agrícola é a grande incidência de insetos-praga que, sob condições favoráveis, podem ganhar importância e causar perdas significativas de produtividade.

Na soja, destacam-se como insetos-pragas de maiores importâncias às lagartas e percevejos. O controle desses insetos-praga é realizado quase que exclusivamente com o uso de inseticidas químicos. Com o uso inadequado de inseticidas de amplo espectro, artrópodes não alvo são atingidos, como parasitoides e predadores, que são responsáveis

por regular o nível populacional dos insetos-praga. Isto agrava o problema de praga e leva a subseqüentes pulverizações de inseticidas (DENT, 1993).

Para tentar minimizar esse quadro, tem-se enfatizado o emprego do controle biológico em programas de manejo integrado de praga (MIP) (VAN LENTEREN; BUENO, 2003), que preconiza a utilização de diversas táticas de controle de forma harmônica, visando a complementar o controle biológico natural a fim de manter as populações de pragas agrícolas abaixo do nível de dano econômico, conservando o ambiente e os artrópodes benéficos. Os produtos mais adequados para serem utilizados no MIP são aqueles que combinam controle eficiente da praga com o menor impacto sobre a atividade dos inimigos naturais, sendo essa integração de produtos químicos com o controle biológico, na maioria dos casos, crucial para o sucesso do agronegócio (BUENO; FREITAS, 2004). Inseticidas e acaricidas seletivos, bem como herbicidas, fungicidas e outros produtos químicos e biológicos que sejam eficientes aos seus alvos mas com mínimo impacto sobre a entomofauna benéfica, devem ser priorizados para que os inimigos naturais sejam preservados (BUENO et al., 2008).

Nessa perspectiva, o parasitoide de ovos *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Platygasteridae) é a espécie mais comum do gênero *Telenomus* e já foi observada parasitando cinco diferentes espécies de *Spodoptera* spp. Esse parasitoide é utilizado em larga escala em programas de MIP na Venezuela, por meio de liberações inundativas em áreas de milho, sendo obtidos índices de parasitismo de até 90% (FERRER, 2001). Isso demonstra o grande potencial que essa espécie tem no controle biológico aplicado de lagartas *Spodoptera* spp, que têm ocorrido na soja, nas últimas safras, ocasionando prejuízos econômicos, o que pode estar relacionado com a eliminação de seus inimigos naturais devido ao uso crescente de agrotóxicos na cultura. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito a seletividade de diferentes doses dos inseticidas clorantraniliprole (Premio®) e clorantraniliprole + lambdacialotrina (Ampligo®) a fase de pupa de *T. remus*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido seguindo as normas padronizadas pela IOBC (HASSAN, 1992), com cinco repetições em delineamento inteiramente casualizado, sob condições controladas: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$, fotofase 12 h. Os tratamentos (Tabela 1) foram diluídos em água considerando-se um volume de calda de 200L/ha.

O ensaio foi conduzido utilizando-se cartelas de 1 cm^2 contendo cerca de 150 ovos de *Spodoptera frugiperda* previamente parasitados por *T. remus*. As cartelas com ovos, contendo a fase de pupa do parasitoide, foram pulverizados diretamente através de “Torre de Potter” calibradas para depositar $1,25 \pm 0,25\text{ mg}$ (1 a 1,5 mg) de calda por cm^2 (HASSAN, 1992). O volume aplicado foi controlado através de balança eletrônica de precisão, antes e após a pulverização dos tratamentos (BUENO, 2001). Em seguida, as cartelas foram mantidas em condições ambientais por duas horas, para eliminação do excesso de umidade da sua superfície. Posteriormente, as cartelas tratadas foram inseridas na gaiola de seletividade (DEGRANDE et al., 2002).

Após a aplicação dos tratamentos, foram ofertadas cartelas com 250 ovos (24 horas) do hospedeiro *Spodoptera frugiperda* por dois dias. Foram avaliadas a emergência de pupas e a capacidade de parasitismo das fêmeas sobreviventes. O número de ovos parasitados pelas fêmeas sobreviventes em cada tratamento foi obtido mediante a contagem, com auxílio do microscópio estereoscópico, do número de ovos parasitados durante o período de execução do experimento. A redução no parasitismo para cada agrotóxico foi determinada através da comparação com a testemunha negativa (água destilada), calculada por meio da fórmula de Hassan et al. (2000).

Resultados e Discussão

O inseticida clorantraniliprole, do grupo das diamidas, se mostrou inócuo a pupas do parasitoide (classe 1). Inseticidas deste grupo químico (diamidas) atuam principalmente por ingestão e possui baixa atividade de contato (LAHM et al., 2009), o que pode explicar os resultados obtidos para as pupas neste trabalho. Grützmacher et al. (2005), estu-

dando o efeito de clorantraniliprole, também observaram a seletividade deste produto ao parasitoide *Telenomus podisi*. Porém quando associado ao lambdacialotrina (Ampligo®) que é um inseticida do grupo químico dos piretroides, nas dosagens 300 ml/ha e 500 ml/ha, verificou-se redução na viabilidade de pupas em relações aos demais tratamentos. Os piretroides são inseticidas neurotóxicos que agem no sistema nervoso do inseto, paralisando e causando a morte dos mesmos (RUIGT, 1985), o que explica a redução na viabilidade de pupas de *T. remus*. Agrotóxicos desse grupo químico são geralmente classificados como produtos pouco seletivos aos inimigos naturais. O parasitismo no primeiro e segundo dia após a emergência dos adultos também foi afetado por lambdacialotrina (Ampligo®), apresentando redução no parasitismo (Tabela 2), sendo assim classificado como pouco nocivo (Classe 2). Parra (1994) também verificou que lambdacialotrina quando pulverizado sobre plantas de tomate reduziu o parasitismo de *Trichogramma*.

Conclusão

Devido à morte de parasitoides *T. remus*, houve a redução do parasitismo, sendo então necessária cautela na utilização de clorantraniliprole + lambdacialotrina referente à dosagem e concentração desse produto. É importante ressaltar que os ensaios de contato com a fase de pupa foram realizados sob extrema exposição de pulverização, portanto os produtos que foram classificados como levemente nocivos, moderadamente nocivos ou nocivos deverão ser novamente testados a campo a fim de verificar os efeitos sobre os parasitoides nessas condições.

Referências

BUENO, A. de F. **Seletividade de inseticidas e acaricidas utilizados na cultura dos citros para *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera:Chrysopidae) em condições de laboratório.** 2001. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal.

BUENO, A. de F.; FREITAS, S. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory

conditions. **Biocontrol**, v.39, p. 277-283, 2004. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FB%3ABICO.0000025375.07428.0b>>. Acesso em: 01 mai. 2016.

BUENO, R. C. O. de F.; CARNEIRO, T. R.; PRATISSOLI, D.; BUENO, A. de F.; FERNANDES, O. F. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p.1-6, jan./fev. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000100001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 mai. 2016.

DEGRANDE, P.E.; REIS, P.R.; CARVALHO, G.A.; BELARMINO, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 609p.

DENT, D. **Insect pest management**. Wallingford: CAB international, 1993. cap. 4, p. 132- 212.

FERRER, F. Biological of agricultural insect pest in Venezuela: advances, achievements, and future perspectives. **Biocontrol News and Information**, v.22, n.3, p. 67-74, 2001.

GRÜTZMACHER, A. D.; PAZINI, J. de. B.; MARTINS, J. F. da S.; PASINI, R. A.; RAKES, M.; PIRES, S. N. Seletividade de inseticidas registrados para a cultura do arroz sobre os parasitoides de ovos *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015, Pelotas. **Ciência e tecnologia para otimização da orizicultura: anais**. Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Sosbai, 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129683/1/Jose-da-Silva-Martins-04-168-trab-4-8085-58-Incluido.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2016.

HASSAN, S.A. Guidelines for testing the effect of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, n.15, p.1-186, 1992.

HASSAN, S.A.; HALSALL, N.; GRAY, A.P.; KUEHNER, C.; MOLL, M.; BAKKER, F.M.; ROEMBKE, J.; YOUSEF, A.; NASR, F.; ABDELGADER, H.A. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M.P.; BLÜMEL, S.; FORSTER, R.; BAKKER, F.M.; GRIMM, C.; HASSAN, S.A.; HEIMBACH, U.; MEAD-BRIGGS, M.A.; REBER, B.; SCHMUCK, R.; VOGT, H. (Ed.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. Reinheim: IOBC/WPRS, 2000. p.107-119.

LAHM, G.P.; CORDOVA, D.; BARRY, J.D. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.17, p.4127-4133, 2009.

PARRA, J.R.P. **Seletividade de alguns produtos químicos utilizados para o controle de *Scrobipalpaloides absoluta* (Meyrick) ao parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley**: relatório de pesquisa. Piracicaba: FEALQ, 1994. 39p.

RUIGT, G.S.F. Pyrethroids. In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. Oxford: Pergamon, 1985. cap. 12, p.183-262.

USDA. United States Department of Agriculture. **Soybean area, yield and production**. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2016.

VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, v.48, p.123-139, 2003. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1022645210394>>. Acesso em: 01 mai. 2016.

Tabela 1. Emergência de adultos de *Telenomus remus* de pupas pulverizadas por diferentes inseticidas, seguido pela capacidade de parasitismo desses adultos (Geração F₀) assim como a viabilidade desse parasitismo (%) um e dois dias após a emergência da prole (Geração F₁).

Tratamento (mL/ha)	Viabilidade das pupas ²				1DAA ¹				2DAA ¹						
	Viabilidade das pupas ²	E% ²	Classe	Parasitismo ²	Viabilidade ³	E% ²	Classe	Parasitismo ²	Viabilidade ³	E% ²	Classe	Parasitismo ²	Viabilidade ³	E% ²	Classe
Clorantriliprole 50	76,98 ± 3,44 b	17,48	1	84,51 ± 5,72 a	89,85 ± 4,19 ^{ns}	0,00	1	86,58 ± 6,10 ab	67,42 ± 6,61 ^{ns}	6,4	1				
Clorantriliprole 75	88,35 ± 0,98 ab	5,29	1	86,31 ± 3,52 a	81,83 ± 3,69	0,00	1	91,01 ± 3,98 a	89,38 ± 9,08	0,00	1				
Clorantriliprole 100	89,91 ± 0,47 ab	3,62	1	83,57 ± 3,96 a	85,86 ± 3,76	0,00	1	84,94 ± 5,38 ab	79,99 ± 9,05	0,00	1				
Clorantriliprole 150	88,29 ± 1,17 ab	5,36	1	88,04 ± 3,34 a	82,02 ± 2,95	0,00	1	68,64 ± 4,40 bcd	56,91 ± 13,17	15,63	1				
Clorantriliprole 250	89,38 ± 1,57 ab	4,19	1	86,38 ± 1,60 a	89,15 ± 3,50	0,00	1	57,11 ± 2,30 cd	83,24 ± 11,01	29,8	1				
Clorantriliprole +lambdacialotrina 100	87,66 ± 0,92 ab	6,039	1	83,50 ± 9,80 a	86,15 ± 4,76	0,00	1	77,02 ± 6,88 abc	78,14 ± 6,99	5,34	1				
Clorantriliprole +lambdacialotrina 300	49,58 ± 3,58 c	46,84	2	46,32 ± 2,16 b	70,14 ± 10,66	36,23	2	50,24 ± 2,24 d	51,88 ± 17,03	36,25	2				
Clorantriliprole +lambdacialotrina 500	38,77 ± 6,57 c	58,44	2	24,65 ± 8,68 b	87,56 ± 5,98	66,06	2	55,25 ± 3,03 d	92,72 ± 3,69	32,09	2				
gua	93,29 ± 1,88 a	.	.	72,65 ± 3,63 a	88,49 ± 4,38	.	.	81,37 ± 3,58 ab	78,39 ± 10,74	.	.				
Clorpirifos 480	13,94 ± 1,0066 d	85,056	3	0,0 ± 0,0 c		100	4	0 ± 0 e		100	4				
F	97,11			36,87		0,79		40,2		1,56					
CV	8,74			17,52		12,14		14,6		28,91					

¹Dias após a emergência dos parasitoides (DAE); ²Médias (± erro padrão) seguidas pela mesma letra na coluna em cada bioensaio não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0,05); ³Médias dos resultados originais seguido da estatística realizada nos dados transformados em arcoseno para realização da ANOVA de acordo com Burr & Foster (1972); ⁴Parâmetro não existente; ^{ns} ANOVA não significativa.

Características biológicas da lagarta-da-maçã em diferentes estruturas hospedeiras

LEITE, N.¹; SILVA, D.M.¹; KUHN, K.K.²; BUENO, A.F.³

¹IAPAR-Bolsista Capes; ²UNOESTE; ³Pesquisador Embrapa Soja

Introdução

A lagarta-da-maçã, *Chloridea virescens*, é nativa do leste e sudoeste dos Estados Unidos e a cultura da soja não é considerada como seu hospedeiro preferencial, visto que sua ocorrência é restrita geograficamente e os seus danos são, em geral, pouco relevantes nesta cultura (PANIZZI et al., 2012). Entretanto, a paisagem agrícola é em geral bastante diversificada devido a diferentes fatores que podem determinar as plantas que melhor se adequam a certas áreas geográficas (CONAB, 2015). Ainda em meio a esses cultivos, podemos encontrar também plantas daninhas que durante períodos de entressafra ou até mesmo durante as safras podem ser de hospedeiros de pragas (LORENZI, 2008). Entre essas plantas daninhas podemos citar espécies de buva (*Conyza bonariensis* L.), braquiária (*Brachiaria ruziziensis* R.) entre outras (VOLLMANN et al., 2010; CONCENÇO et al., 2011).

Em meio à diversidade da paisagem agrícola e disponibilidade abundante de alimento nos agroecossistemas, muitos insetos pragas de hábito generalista podem se adaptar ao hospedeiro encontrado e contribuir para queda da produção, devido a injúrias causadas nas plantas cultivadas (CZEPAK et al., 2013). Neste contexto, vale destacar que *C. virescens* é uma praga generalista, de grande potencial de dispersão e que pode causar redução de produtividade e consequente dano econômico na soja além do milho e principalmente algodão onde é considerada uma das principais pragas (FITT, 1989; BLANCO et al., 2007). No algodão foi constatado que uma única larva pode ser responsável por causar danos a aproximadamente 15 estruturas produtivas dessa cultura, durante o seu ciclo larval (GULZAR et al., 2012; LEMES et al., 2014).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o desenvolvimento de *C. virescens* em diferentes hospedeiros e suas estruturas.

Material e Métodos

Criação e multiplicação de *C. virescens*

Os experimentos foram conduzidos em condições controladas de laboratório (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12/12 h [C/E]) em Londrina, PR. A criação de *C. virescens* foi iniciada a partir de lagartas coletadas na fazenda experimental da Embrapa Soja, Londrina, PR, na cultura da soja. A criação foi mantida em dieta artificial de Greene et al. (1976) modificada por Hoffman-Campo et al. (1985) em condições de laboratório até a 16ª geração, quando os insetos foram utilizados para os experimentos.

Biologia comparada de *C. virescens* em diferentes estruturas de plantas hospedeiras

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e cinco repetições, cada repetição constituída por dez lagartas individualizadas. Os tratamentos foram: dieta artificial de Greene et al. (1976), dieta artificial de Greene et al. (1976) modificada por Hoffman-Campo et al. (1985), soja BRS 360 (*Glycine max* L.)

(folha e a combinação de folha com vagem), algodão FMT 701 (*Gossypium hirsutum* L.) (folha e a combinação de folha com maçã), milho DOW 2B688 (*Zea mays* L.) (folha e a combinação de folha com espiga), braquiária (*Brachiaria ruziziensis* R.) (folha) e buva (*Conyza bonariensis* L.) (folha).

Ovos de *C. virescens* foram colocados em copos parafinados com os diferentes alimentos e mantidos em câmaras climatizadas tipo BOD, com temperatura, umidade e fotoperíodo controlados até a eclosão das lagartas. Lagartas de 1º instar foram individualizadas no mesmo alimento e mantidas na mesma BOD para avaliação diária das variáveis biológicas. Antes de fornecer as estruturas vegetais aos insetos, estas foram desinfetadas em solução aquosa de hipoclorito de sódio (4%), enxaguadas em água destilada e o excesso de água retirado com papel toalha. Diariamente, o alimento foi substituído para manutenção do alimento fresco ao inseto. O período de duração das diferentes fases larvais, sobrevivência, peso de pupas (24 h) e razão sexual foram registrados.

Os resultados foram submetidos à análises exploratórias, a fim de se avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo (BURR; FOSTER, 1972), para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram então comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) (SAS INSTITUTE, 2001). Quando necessário, os dados foram transformados para realização da análise.

Resultados e Discussão

O desenvolvimento larval de *C. virescens* apresentou diferenças na duração dos instares entre os hospedeiros testados como pode ser observado na Tabela 1. Para os insetos alimentados com braquiária, o desenvolvimento a partir do 2º instar foi afetado, o que resultou na morte desses insetos. As folhas do hospedeiro buva também afetaram de forma negativa a biologia de *C. virescens* e os insetos não atingiram o 5º instar de desenvolvimento (Tabela 1). A mortalidade de *C. virescens* em plantas de buva e braquiária ressalta a qualidade nutricional

inferior dessas plantas para alimentação desses insetos em relação aos demais hospedeiros. Neste trabalho, embora não tenham sido avaliados os compostos intrínsecos das plantas testadas, existem registros de que fatores como aleloquímicos deterrentes, temperatura, umidade, entre outros, que podem interferir na biologia de insetos (PICHERSKY; LEWINSOHN, 2011), principalmente, por esses compostos atuarem no desenvolvimento e nutrição dessas plantas.

A fase de pré-pupa (Tabela 1) não apresentou diferença entre os hospedeiros, no desenvolvimento de *C. virescens*. Já na fase de pupa a maior duração foi observada para insetos alimentados com algodão (folha), milho (folha + espiga) e milho (espiga). Ainda, as pupas oriundas do tratamento algodão (folha + macã) não completaram o desenvolvimento. O menor peso de pupas (Tabela 2) foi encontrado nas larvas alimentadas com soja (folha), soja (folha + vagem), algodão (folha) e dieta artificial de Greene et al. (1976). Compostos peculiares presentes nas plantas de algodão, como o alto teor de gossipol presentes nas folhas além de alguns terpenóides podem afetar o aproveitamento nutricional dessa fonte alimentar pelo herbívoro e assim também causar redução no peso de pupas (STIPANOVIC et al., 2006) o que explicaria os resultados obtidos com esses tratamentos. Ainda, alguns autores mostram que a partir do ataque de insetos a soja passa a produzir substâncias para desencadear mecanismos de proteção, geralmente são toxinas de defesas que interferem no desenvolvimento e no crescimento dos insetos pragas até mesmo formando pupas com pesos menores (PIUBELLI et al., 2005; BORTOLI et al., 2012).

O período de desenvolvimento ovo-adulto (Tabela 1) foi maior para larvas de *C. virescens* alimentadas com algodão (folha) e milho (folha + espiga), e apesar desses prolongamento na fase larval a sobrevivência de *C. virescens* nesses hospedeiros ficou abaixo de 8%. Essa maior duração do período ovo-adulto é descrita por alguns autores, como uma ação compensatória para que as lagartas recuperem e formem pupas com pesos maiores, apesar dos hospedeiros não atenderem satisfatoriamente as exigências nutricionais dessas espécies (CROCO-

MO; PARRA, 1985) o que pode explicar as diferenças encontradas nos tratamentos avaliados nesse estudo. Em geral, o desenvolvimento dos insetos depende da qualidade do alimento ingerido nos primeiros instares larvais, que podem variar de acordo com o hospedeiro utilizado (PANIZZI; PARRA, 2009) e que se mostrou inferior para folhas de algodão e milho conforme os dados obtidos.

Conclusão

Lagartas de *C. virescens* alimentadas com soja (folha ou folha + vagem) tiveram maior taxa de sobrevivência, o que indica que esse hospedeiro atende as exigências nutricionais mínimas da espécie em comparação aos demais hospedeiros.

Referências

BLANCO, C.; VARGAS, A. T.; LOPEZ, J.; KAUFMANN, J. Densities of *Heliothis virescens* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in three plant hosts. **Florida Entomologist**, v. 90, n.4, p.742-751, 2007.

BORTOLI, S. A.; MURATA, A. T.; VACARI, A. M.; BORTOLI, C. P.; RAMALHO, E. D. G. Herbivoria em soja: efeito na composição química das folhas e na biologia da lagarta da soja e do percevejo verde pequeno. **Comunicata Scientiae**, v. 3, p. 192-198, 2012.

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

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v. 2, Safra 2014/15, n. 4, Quarto Levantamento, jan. 2015.

CONCENÇO, G.; SALTON, J.C.; BREVILIERI, R.C.; MENDES, P.B.; SECRETTI, M.L. Soil seed bank of plant species as a function of long-term soil management and sampled depth. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 725-736, 2011.

CROCOMO, W.B.; PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.29, n.2, p.225-260, 1985.

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**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 34, p. 17-52, 1989.

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

GULZAR, A.; PICKETT, B.; SAYYED, A.H.; WRIGHT, D.J. Effect of temperature on the fitness of a Vip3A resistant population of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 105, p. 964–970, 2012.

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

LEMES, A.R.N.; DAVOLOS, C.C.; CRIALESI-LEGORI, P.C.B.; FERNANDES, O.A.; FERRÉ, J.; LEMOS, M.V.F.; DESIDERIO, J.A. Synergism and antagonism between *Bacillus thuringiensis* Vip3A and Cry1 proteins in *Heliothis virescens*, *Diatraea saccharalis* and *Spodoptera frugiperda*. **PLOS One**, v.9, p.1-8, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0107196.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4ª ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 640 p.

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

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.P. **Bioecologia e nutrição de insetos**. Brasília: Embrapa, 2009. 1163p.

PICHERSKY, E.; LEWINSOHN, E. Convergent evolution in plant specialized metabolism. *Annual Review of Plant Biology*, v. 62, p. 549–566, 2011.

PIUBELLI, G.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S.H.; OLIVEIRA, M.C.N. de. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatalis*? **Journal of Chemical Ecology**, v.31, p.1509-1525, 2005.

SAS INSTITUTE. **User's guide: statistics**. Version 8.2. 6. ed. Cary: SAS Institute, 2001.

SHAPIRO, S.S; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, p.591-611, 1965. Disponível em: <<http://sci2s.ugr.es/keel/pdf/algorithm/articulo/shapiro1965.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

STIPANOVIC, R. D.; LOPEZ-JUNIOR, J. D.; DOWD, M. K.; PUCKHABER, L. S.; DUKE, S. E. Effect of racemic and (+) and (-) gossypol on the survival and development of *Helicoverpa zea* larvae. **Journal of Chemical Ecology**, v. 32, p. 959-968, 2006.

VOLLMANN, J.; WAGENTRISTL, H.; HARTL, W. The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. **European Journal of Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 243-248, 2010.

Tabela 1. Duração média (dias) dos instares e do período ovo-adulto de *Chloridea virescens* alimentadas com diferentes alimentos.

Treatamento	1 instar ¹	2 instar ^{1,2}	3 instar ^{1,2}	4 instar ^{1,2}	5 instar ^{1,2}	6 instar ¹	Pre-pupa ¹	Pupa ¹	Ovo – adulto ^{1,2}
Soja (folha)	3,02 ± 0,02d	3,82 ± 0,32bcd	4,66 ± 0,40b	3,68 ± 0,21abc	2,58 ± 0,27bc	4,78 ± 0,37ab	2,82 ± 0,13 ^{ns}	16,5 ± 0,47b	41,86 ± 0,83b
Soja (folha + vagem)	3,00 ± 0,00d	4,44 ± 0,37abc	3,90 ± 0,28bc	3,42 ± 0,05abc	2,92 ± 0,19bc	4,72 ± 0,42ab	2,54 ± 0,13	16,54 ± 0,35b	41,48 ± 0,61b
Braquiária (folha)	4,58 ± 0,33ab	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³
Buva (folha)	5,36 ± 0,16 ^a	5,86 ± 0,53abc	8,06 ± 0,34a	6,75 ± 2,75a	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³
Algodão (folha)	4,00 ± 0,44bcd	6,66 ± 0,67a	5,93 ± 1,55ab	5,43 ± 0,29ab	5,73 ± 1,02a	3,66 ± 0,88ab	2,50 ± 0,50	18,75 ± 1,25ab	51,55 ± 3,95a
Algodão (folha + maçã)	4,12 ± 0,47bc	6,36 ± 0,92a	5,40 ± 0,83ab	3,40 ± 0,40abc	3,40 ± 0,30bc	5,26 ± 0,73a	2,60 ± 0,87	- ³	- ³
Milho (folha + espiga)	3,08 ± 0,04cd	4,28 ± 0,42abc	5,10 ± 0,80b	5,62 ± 1,12abc	3,63 ± 0,73b	4,33 ± 1,20ab	3,70 ± 0,15	18,50 ± 0,50ab	45,65 ± 4,05ab
Milho (espiga)	3,02 ± 0,02d	3,72 ± 0,33cd	4,34 ± 0,38b	3,46 ± 0,49bc	2,75 ± 0,36bc	2,45 ± 0,60b	2,82 ± 0,45	20,50 ± 2,50a	43,05 ± 2,35b
Dieta (A. gemmatarsis) ⁴	3,00 ± 0,00d	2,14 ± 0,09d	2,08 ± 0,14c	2,94 ± 0,06c	1,98 ± 0,06c	2,54 ± 0,22b	2,44 ± 0,20	16,90 ± 0,16b	33,98 ± 0,40c
Dieta (S. frugiperda) ⁵	3,20 ± 0,08d	6,20 ± 0,81ab	4,06 ± 0,26bc	3,22 ± 0,19bc	2,56 ± 0,07bc	2,54 ± 0,24b	3,16 ± 0,25	16,62 ± 0,55b	41,52 ± 0,63b
P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0028	< 0,0001	0,0016	0,2420	0,0103	< 0,0001
GL _{erro}	39	32	30	29	25	25	24	19	19
F	13,98	10,44	8,54	3,98	7,85	4,76	1,42	3,91	16,76

¹Média ± Erro padrão seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade); ²Médias originais seguidas da análise estatística realizada nos dados transformados em \sqrt{x} ; ³Parâmetro não existente devido a não haver insetos sobreviventes; ⁴Dieta de Greene et al. (1976); ⁵Dieta de Greene et al. (1976) modificada por Hoffman-Campo et al. (1985); ^{ns}Anova não significativa.

Tabela 2. Peso de pupas (g), razão sexual e sobrevivência (%) de *Chloridea virescens* alimentadas com diferentes alimentos.

Tratamento	Peso de pupas (g) ¹	Razão sexual ^{1,2}	Sobrevivência (%) da fase larval (larva até adulto) ¹
Soja (folha)	0,17 ± 0,00d	0,54 ± 0,12 ^{ns}	60,00 ± 2,23b
Soja (folha + vagem)	0,19 ± 0,00cd	0,47 ± 0,06	58,00 ± 4,89b
Braquiaria (folha)	⁻³	⁻³	⁻³
Buva (folha)	⁻³	⁻³	⁻³
Algodão (folha)	0,18 ± 0,01d	⁻³	6,00 ± 4,00d
Algodão (folha + maçã)	⁻³	⁻³	⁻³
Milho (folha + espiga)	0,20 ± 0,01bcd	0,55 ± 0,05	8,00 ± 4,89d
Milho (espiga)	0,23 ± 0,1abc	0,29 ± 0,17	5,00 ± 5,00d
Dieta (<i>A. gemmatilis</i>) ⁴	0,26 ± 0,00ab	0,43 ± 0,11	82,60 ± 1,93a
Dieta (<i>S. frugiperda</i>) ⁵	0,24 ± 0,01d	0,38 ± 0,11	42,00 ± 3,39c
P	< 0,0001	< 0,6889	< 0,0001
GL _{res grupo}	38	20	39
F	6,39	0,62	95,4

¹Média ± Erro padrão seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade); ²Médias originais seguidas da análise estatística realizada nos dados transformados em \sqrt{x} ; ³Parâmetro não existente devido a não haver insetos sobreviventes; ⁴Dieta de Greene et al. (1976); ⁵Dieta de Greene et al. (1976) modificada por Hoffman-Campo et al. (1985); ^{ns}Anova não significativa.

Ensaio cooperativo para avaliação da eficiência de fungicidas protetores no controle de doenças na cultura da soja

CELESTINO, G.G.¹; GODOY, C.V.²

¹Universidade do Norte do Paraná; ²Embrapa Soja, claudia.godoy@embrapa.br

Introdução

As doenças que incidem na cultura da soja representam uma das principais ameaças a produtividade e a competitividade nacional. Aproximadamente **40 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides** já foram identificadas no Brasil. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20% (TECNOLOGIAS, 2013).

Dentre os principais modos de ação utilizados no controle de doenças na cultura da soja destacam-se os metil benzimidazol carbamato (MBC), os inibidores da desmetilação (IDM), os inibidores de quinona oxidase (IQo) e, mais recentemente, a nova geração de moléculas inibidoras da succinato desidrogenase (ISDH). Apesar da grande contribuição que os fungicidas sistêmicos, sitio-específicos, proporcionam no controle de doenças, seu uso intensivo pode ter como consequência a seleção iso-

lados de fungos menos sensíveis ou resistentes. Populações do fungo *C. cassiicola* resistentes a MBC e IQo e de *P. pachyrhizi* menos sensíveis a IDM e IQo têm sido relatadas (TERAMOTO et al., 2012; SCHMITZ et al., 2013; XAVIER et al., 2013; KLOSOWSKI et al., 2016).

O número limitado de modos de ação de fungicidas disponíveis para o controle de doenças na cultura da soja, associado a populações menos sensíveis de fungos já observadas no campo e a baixa eficiência de ingredientes ativos isolados, dificulta a utilização de estratégias de manejo de resistência como a rotação de modos de ação. A avaliação da eficiência de fungicidas com diferentes modos de ação é essencial para aumentar as opções de controle de doenças na cultura da soja. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de fungicidas protetores no controle de doenças na cultura da soja.

Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos em Londrina, PR, na fazenda experimental da Embrapa Soja, com o objetivo de avaliar a eficiência de fungicidas protetores isolados no controle de doenças na cultura da soja. A cultivar BMX Potência RR, tipo de crescimento indeterminado, foi semeada em 23 de novembro de 2015, em área com sistema de plantio direto. Foram avaliados fungicidas protetores (Tabela 1), com cinco aplicações, comparados ao padrão Elatus[®], Syngenta 0,2 L p.c. ha⁻¹ (azoxistrobina + benzovindiflupir 60 + 30 g i.a. ha⁻¹), com três aplicações.

As primeiras aplicações dos tratamentos foram realizadas aos 44 dias após a semeadura, na ausência de sintomas de ferrugem. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 13 tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições, sendo cada repetição constituída por parcelas com seis linhas de soja com cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,5 m, considerando-se as quatro linhas centrais como área útil para aplicação dos tratamentos e para as avaliações.

Foram realizadas avaliações de severidade das doenças que incidiram no ensaio nos estádios de desenvolvimento R5.4 e R6 (FEHR; CAVI-

NESS, 1977). Foram realizadas avaliações do índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN), por meio de sensoriamento remoto, em R7, utilizando o equipamento Greenseeker®. Ao final do ciclo, as duas linhas centrais das parcelas foram colhidas com a colhedora de parcelas Winterstaiger, para estimativa da produtividade. A produtividade foi estimada em kg ha⁻¹, a 13% de umidade.

A análise estatística dos resultados dos ensaios foi realizada através de análise de variância e teste de comparação de médias de Scott-Knott, com o programa SASM-Agri (CANTERI et al., 2001).

Resultados e Discussão

A ferrugem foi a doença que predominou nos ensaios, sendo observados os primeiros sintomas na fase de formação de vagens (R3). A severidade máxima da ferrugem foi de 69%.

Todos os tratamentos apresentaram severidade menor do que a testemunha sem controle nas duas avaliações (Tabela 2). Na avaliação em R6, a maior severidade entre os tratamentos com fungicida foi observada para o tratamento com Cuproquart 0,75 kg ha⁻¹ (T7) (Tabela 2, Figura 1). As menores severidades foram observadas para os tratamentos com mancozebe, Unizeb Gold 2 kg ha⁻¹ (T5); Unizeb Gold 2,5 kg ha⁻¹ (T6) e Manfil 2,5 kg ha⁻¹ (T12); seguido de Elatus 0,2 kg ha⁻¹ (T13) e Previnil 1,5 kg ha⁻¹ (T2). O controle para os tratamentos com cinco aplicações de mancozebe em R6 variou de 78% a 83%.

Na avaliação de IVDN, em R7, os maiores valores foram observados para os tratamentos com mancozebe (T5, T6 e T12), seguido de Frowncide 1 L ha⁻¹ (T9) e Elatus 0,2 kg ha⁻¹ (T13) (Tabela 2).

O IVDN reflete o enfolhamento do dossel, variando entre zero (desfolha completa) a 1 (dossel fechado).

Todos os tratamentos tiveram produtividade superior a testemunha sem controle (Tabela 2, Figura 2). As maiores produtividades foram observadas para os tratamentos com mancozebe (T5, T6 e T12), Frown-

cide 1 L ha⁻¹ (T9) e Elatus 0,2 kg ha⁻¹ (T13) (média 3020 kg ha⁻¹). A menor produtividade entre os tratamentos foi observada para o tratamento com Cuproquart 0,75 kg ha⁻¹ (T7). A correlação (r) entre produtividade e IVDN foi de 0,92 ($p \leq 0,05$) e entre produtividade e severidade em R6 foi de $r = -0,88$ ($p \leq 0,05$). A redução de produtividade comparando o melhor tratamento (T6) e a testemunha sem controle (T1) foi de 34%.

Conclusão

Os fungicidas protetores apresentaram controle da ferrugem-asiática. As menores severidades e os maiores controles foram observados para os tratamentos com mancozebe (Unizeb Gold e Manfil) e as maiores produtividades para os tratamentos com mancozebe (Unizeb Gold e Manfil), Frowncide e Elatus.

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

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

KLOSOWSKI, A.C.; MAY DE MIO, L.L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.; STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, v. 72, n. 6, p.1211-1215, 2016. DOI: 10.1002/ps.4099

SCHMITZ, H.K.; MEDEIROS, C.A.; CRAIG, I.R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-oxidoreductase inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v. 70, n. 3, p. 378-388, 2013. DOI:10.1002/02.3562.

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

TERAMOTO, A.; MACHADO, T. A.; NASCIMENTO, L. M.; MEYER, M. C.; CUNHA, M. G. Sensibilidade a fungicidas de isolados de *Corynespora cassiicola* provenientes do Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: resumos**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 117, res. 193.

XAVIER, S.A.; BARROS, D.C.M.; GODOY, C.V. Sensitivity of *Corynespora cassiicola* from soybean to carbendazim and prothioconazole. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 431-435, 2013.

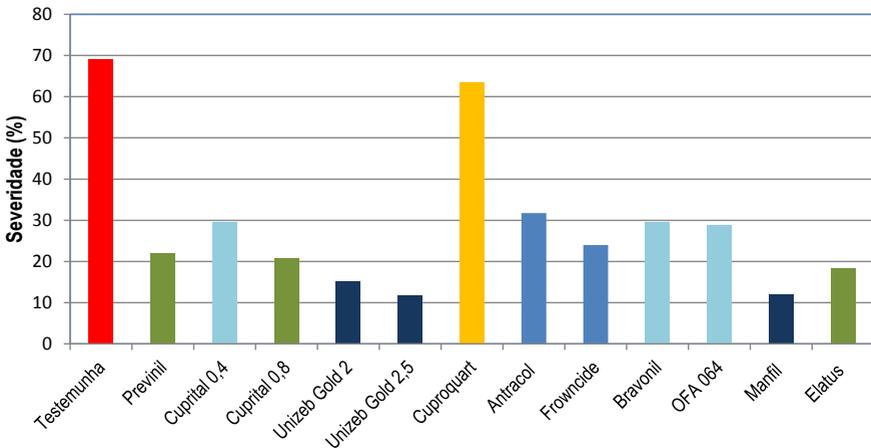


Figura 1. Severidade de ferrugem, em R6, para os diferentes tratamentos no ensaio com fungicidas protetores isolados. Barras com cores distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 5\%$).

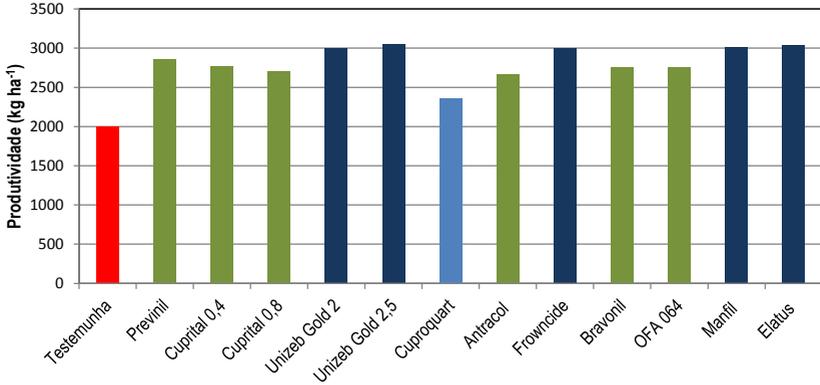


Figura 2. Produtividade (kg ha^{-1}) para os diferentes tratamentos no ensaio com fungicidas protetores isolados. Barras com cores distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 5\%$).

Tabela 1. Produto comercial, ingrediente ativo e doses.

Produto comercial (p.c.)	Dose L·kg p.c. ha^{-1}	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose g i.a. ha^{-1}
1 Testemunha	-		-
2 Previnil, Helm	1,5	clorotalonil	1080
3 Cuprital ⁴ , SAPEC Agro	0,4	oxicloreto de cobre	280
4 Cuprital ⁴ , SAPEC Agro	0,8	oxicloreto de cobre	560
5 Unizeb Gold ¹ , UPL	2	mancozebe	1500
6 Unizeb Gold ¹ , UPL	2,5	mancozebe	1875
7 Cuproquart, Nortox	0,75	sulfato de cobre	113,85
8 Antracol ^{2,4} , Bayer	2	propinebe	1400
9 Frownicide 500 SC, ISK	1	fluazinan	1000
10 Bravonil 500, Syngenta	2	clorotalonil	1000
11 OFA 064 ⁴ , Ouro Fino	2	clorotalonil	1000
12 Manfil ¹ , Nufarm	2,5	mancozebe	2000
13 Elatus ³ , Syngenta	0,2	azoxistrobina + benzonidiflupir	60 + 30

¹Adicionado Agris 0,5%; ²adicionado Áureo 0,25%; ³adicionado Nimbus 0,6 L ha^{-1} ; ⁴RET III.

Tabela 2. Severidade da ferrugem (%) para os diferentes tratamentos em R5.4 e R6, porcentagem de controle relativa a testemunha (%C), Índice Vegetativo por Diferença Normalizada (IVDN), produtividade (PROD) e peso de cem sementes (PCS).

Tratamento (p.c.)	SEV R5.4	%C	SEV R6	%C	IVDN R7	Prod kg ha ⁻¹				
1 Testemunha	50,8	a	0	69	a	0	0,50	f	2004	d
2 Previnil	9,8	d	81	22	e	68	0,60	c	2858	b
3 Cuprital ⁴	10,5	d	79	30	c	57	0,58	d	2769	b
4 Cuprital ⁴	6,4	d	87	21	e	70	0,61	c	2702	b
5 Unizeb Gold ¹	6,9	d	86	15	f	78	0,67	a	3002	a
6 Unizeb Gold ¹	7,3	d	86	12	f	83	0,70	a	3053	a
7 Cuproquart	31,5	b	38	63	b	8	0,53	e	2361	c
8 Antracol ^{2,4}	14,6	c	71	32	c	54	0,56	d	2669	b
9 Frowncide	9,1	d	82	24	d	65	0,63	b	3000	a
10 Bravonil 500	12,8	c	75	30	c	57	0,58	d	2761	b
11 OFA 064 ⁴	13,3	c	74	29	c	58	0,60	c	2752	b
12 Manfil ¹	6,5	d	87	12	f	82	0,68	a	3014	a
13 Elatus ³	8,4	d	84	18	e	73	0,66	b	3032	a
C.V. %	19,9%		11,9%			3,2%			6,7%	

¹Adicionado Agris 0,5%; ²adicionado Áureo 0,25%; ³adicionado Nimbus 0,6 L ha⁻¹; ⁴RET III. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 5\%$).

Suscetibilidade de *Chrysodeixis includens* aos inseticidas flubendiamida e clorantraniliprole

SPROGER, R. V.¹; SOSA-GÓMEZ, D. R.²

¹Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, Bolsista CNPq/PIBIC; ²Embrapa Soja

Introdução

Entre as principais pragas-chaves da cultura da soja, a lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) é uma das mais importantes pela sua abundância e dificuldade de controle (YANO et al., 2015). Entretanto, no Brasil, não são encontrados relatos da suscetibilidade desta espécie aos inseticidas utilizados para seu controle. A maior parte dos trabalhos são relacionados a eficiência dos produtos em experimentos de campo (MARTINS et al., 2015). A definição de linhas base de suscetibilidade antes da liberação comercial dos inseticidas é altamente desejável, entretanto dificilmente estas informações são de conhecimento público.

Estudos em relação à suscetibilidade de pragas aos inseticidas permitem avaliar as variações de suscetibilidade da lagarta no transcurso do tempo, podendo também auxiliar no uso racional de inseticidas no campo e qualificar quanto à eficiência do produto utilizado. Portanto,

o objetivo desse trabalho foi avaliar a suscetibilidade de populações de *C. includens* provenientes de diferentes locais do Brasil aos inseticidas flubendiamida e clorantraniliprole.

Material e Métodos

Populações de *C. includens* foram estabelecidas em laboratório a partir de indivíduos coletados na cultura da soja, nos dias 02/02/16 e, em Araguari-MG (S18°37'22"; O 48°04'02") e 13 e 14/02/16, em Correntina-BA (S 13°40'39"; O 45°41'21"). Os experimentos foram realizados com lagartas da segunda geração de laboratório quando estas estavam no início do 3º instar. Os inseticidas utilizados foram: flubendiamida (3-iodo-N'-(2-mesyl-1,1-dimethylethyl)-N-{4-[1,2,2,2-tetrafluoro-1-(trifluoromethyl)ethyl]-o-tolyl}phthalamide), 480 g/L de suspensão concentrada (Belt®, Bayer S.A. São Paulo) e clorantraniliprole (3-iodo-N'-(2-mesyl-1,1-dimethylethyl)-N-{4-[1,2,2,2-tetrafluoro-1-(trifluoromethyl)ethyl]-o-tolyl}phthalamide), 200 g/L de suspensão concentrada (Prêmio®, Dupont do Brasil S.A., Barueri, SP), em diferentes doses do ingrediente ativo. O inseticida Belt (flubendiamida) foi diluído nas seguintes concentrações: 0 µg i.a. mL⁻¹; 0,12 µg i.a. mL⁻¹; 0,35 µg i.a. mL⁻¹; 1,07 µg i.a. mL⁻¹; 3,2 µg i.a. mL⁻¹; 9,6 µg i.a. mL⁻¹ e 28,8 µg i.a. mL⁻¹. As concentrações do inseticida Prêmio (clorantraniliprole) foram: 0 µg i.a. mL⁻¹; 0,0016 µg i.a. mL⁻¹; 0,0052 µg i.a. mL⁻¹; 0,016 µg i.a. mL⁻¹; 0,047 µg i.a. mL⁻¹; 0,14 µg i.a. mL⁻¹; 0,42 µg i.a. mL⁻¹; 1,26 µg i.a. mL⁻¹ e 3,78 µg i.a. mL⁻¹. Os inseticidas foram incorporados na dieta quando esta se encontrava a 53°C. Todas as concentrações dos inseticidas foram diluídas individualmente em 100mL de dieta artificial (GREENE et al., 1976), e distribuídas em bandejas composta por 32 células de 30 mL de volume com tampa. Em cada concentração, utilizaram-se 32 lagartas, 2 lagartas por célula, totalizando 320 lagartas por bioensaio incluindo a testemunha. As bandejas foram mantidas em câmaras tipo BOD a 27°C ± 2°C, fotofase de 14 h. escotofase de 10 h e umidade relativa de 70 ± 20%. As avaliações realizaram-se após sete dias, registrando número de lagartas mortas e vivas. Os dados foram analisados pelo programa Polo Plus (LEORA SOFTWARE, 2003). Considerou-se que os valores de CL₅₀ foram significativos quando não houve sobreposição dos intervalos de confiança.

Resultados e Discussão

Considerando a sobreposição dos intervalos de confiança os insetos provenientes de Araguari, MG quando tratados com flubendiamida apresentaram maior suscetibilidade ao inseticida que as lagartas provenientes de Correntina, BA. Por outro lado, a população de Aguai não diferiu significativamente das populações de Araguari e Correntina (Tabela 1). As CL_{50} de clorraniliprole não apresentaram diferenças significativas quando foram comparadas as populações de Aguaí e Araguari. Diferenças de suscetibilidade dessa ordem podem ser devidas a variabilidade natural das populações, sem representar seleção de fenótipos resistentes. Resultados similares foram obtidos em populações de Mississippi e Louisiana, por Owen et al. (2013), com ambos produtos, utilizando uma metodologia semelhante, incorporando os inseticidas na dieta. Assim a variação da CL_{50} encontrada por estes autores variou de 0,71 a 5,01 μg i.a. mL^{-1} dieta para clorraniliprole e de 1,02 a 9,4 μg i.a. mL^{-1} dieta para flubendiamida. Da mesma maneira, comparando com os resultados obtidos por Schneider (2015) que trabalhou com populações do Brasil, os valores de CL_{50} de Araguari e Correntina foram semelhantes aos observados nas populações mais suscetíveis a flubendiamida. Entretanto esse autor observou CL_{50} de flubendiamida significativamente elevadas em populações de Montevidiu, GO e Campo Verde, MT, sugerindo a ocorrência de fenótipos resistentes.

Quando comparado o resultado com clorraniliprole o valor foi próximo da maior parte dos valores observados nas populações estudadas por Schneider (2015), o que representaria a variabilidade natural dessas populações.

Conclusão

Os valores de concentrações letais medias indicam que as populações avaliadas são suscetíveis a clorantraniliprole e flubendiamida.

Referências

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

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

MARTINS, G. L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Eficiência de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 4, p. 25–30, 2015.

OWEN, N. L.; CATCHOT, A.L.; MUSSER, F.R.; GORE, J.; COOK, D.C; JACKSON, R. Susceptibility of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to reduced-risk insecticides. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 2, p.554-559, 2013.

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

YANO, S.A.C.; HUSCH, P.E.; SOSA-GÓMEZ, D.R. Manejo de pragas. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Ed.) **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 256-287.

Tabela 1. Concentrações letais médias (μg i.a. mL^{-1} dieta) de inseticidas inoculados em lagartas de *C. includens* de 3^o instar.

Origem	Inseticida	N ^o de lagartas	Coefficiente angular \pm erro	CL ₅₀ (μg i.a. mL^{-1})	IC _{0.95}	χ^2 *
Correntina - BA	Flubendiamida	192	2,45 \pm 0,60	5,54	2,75 - 8,34	2,38
Araguari - MG	Flubendiamida	160	1,97 \pm 0,42	1,58	0,86 - 2,33	1,45
Agua, SP	Flubendiamida	160	1,95 \pm 0,42	2,17	0,88 - 2,96	2,31
Correntina - BA	Clorantraniliprole	224	1,64 \pm 0,35	0,72	0,24 - 1,32	5,84

* valor de χ^2 não significativo

Análise da disponibilidade hídrica nas safras 2014/15 e 2015/16 na Embrapa Soja, Londrina, PR

SILVA, M.C.¹; SIBALDELLI, R.N.R.²; NEUMAIER, N.³; MERTZ-HENNING, L.M.³; NEPOMUCENO, A.L.³; FARIAS, J.R.B.³

¹Unifil, Graduanda em Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC¹; ²Universidade Tecnológica Federal do Paraná;

³Pesquisador (a), Embrapa Soja.

Introdução

A água constitui aproximadamente 90% do peso da planta, atuando em praticamente todos os processos fisiológicos e bioquímicos. A disponibilidade de água é mais importante em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de adequada uniformidade na população de plantas. A semente da soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar boa germinação. Nessa fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total máximo de água disponível e nem ser inferior a 50% (TECNOLOGIAS..., 2013).

A necessidade de água na cultura da soja aumenta com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período. Segundo dados

da Embrapa Soja, para a produção máxima do rendimento, esta necessidade varia entre 450 a 800 mm/ciclo (TECNOLOGIAS..., 2013).

Sendo assim, o balanço hídrico torna-se uma ferramenta fundamental para agricultura, que poderá ser utilizado no planejamento agropecuário, subsidiando a tomada de decisões quanto a técnicas culturais para conservação da umidade, semeadura, tratos culturais, caracterizações agroclimáticas de uma região, previsões de safras, sendo todos estes fatores dependentes do fator água.

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) para determinar o regime hídrico de um local, sem necessidade de medidas diretas das condições do solo. Para sua elaboração, há necessidade de se definir o armazenamento máximo de água no solo (CAD - Capacidade de Água Disponível), de se ter a medida da precipitação pluviométrica total, e também a estimativa da evapotranspiração potencial em cada período. Com essas três informações básicas, o BHC permite inferir a evapotranspiração real, a deficiência ou o excedente hídrico, e o total de água retirado no solo em cada período.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi analisar o balanço hídrico climatológico (BHC) das safras de 2014/15 e 2015/16 para a Fazenda da Embrapa Soja, em Londrina-PR.

Material e Métodos

As análises foram realizadas no Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Soja. Os dados de temperatura média do ar e de precipitação pluviométrica foram coletados na estação meteorológica da Embrapa Soja, Londrina – PR, localizada a 23°11' S, 51°11' O e 630 m altitude, durante as safras de verão 2014/15 e 2015/16 nos meses de outubro a março.

Os dados coletados nestas safras foram comparados às médias obtidas na Embrapa Soja (Tabela 1) em todo o período de coleta de dados climáticos deste local, do ano de 1991 a 2015 (SIBALDELLI; FARIAS, 2016).

De posse dos dados climáticos coletados na estação meteorológica da Embrapa Soja, foi calculado o balanço hídrico climatológico sequencial pelo método descrito por Thornthwaite e Mather (1955). Nos cálculos foram utilizadas as planilhas eletrônicas propostas por Rolim et al. (1988). Uma variável importante nesses cálculos é a capacidade de água disponível no solo (CAD) que teve o valor definido como 75 mm (FARIAS et al., 2001).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos pelo balanço hídrico da safra de verão 2014/15 estão apresentados na Tabela 2. Nos primeiros meses da safra (outubro e início de novembro), houve uma baixa precipitação pluviométrica, provocando um severo déficit hídrico. Visto que o déficit hídrico na fase de germinação-emergência é prejudicial à uniformidade de estande (TECNOLOGIAS..., 2013), isto pode ter resultado em diminuição da produtividade, ocasionado prejuízos às lavouras.

Nesta mesma safra houve excesso hídrico no terceiro decêndio de dezembro, seguido de um pequeno déficit no início e meados de janeiro e outro excesso em meados de fevereiro, o final do período de safra, também foi marcado por excedente hídrico.

O total da precipitação pluviométrica durante toda a safra 2014/15 (outubro a março) foi 731,4 mm, valor abaixo da média histórica (Tabela 1), porém, dentro do preconizado como ideal para o ciclo todo da lavoura de soja. Vale ressaltar que os períodos de déficit podem ter promovido dificuldades e/ou atrasos na implantação da lavoura (período de semeadura). Já a temperatura média do ar observada durante esta safra foi 23,5 °C, valor próximo a média histórica (23,2 °C). Cabe ainda ressaltar que a precipitação pluviométrica observada na safra 2014/15 foi 50% inferior em relação à safra 2015/16 (1456,4 mm, Tabela 3), ou seja, choveu duas vezes mais na última safra, ocasionando uma grande diferenciação entre estas duas safras.

Na safra 2015/16 (Tabela 3), observa-se que houve déficit hídrico apenas no terceiro decêndio de janeiro, de pequena magnitude, e no

último mês de safra (março), já mais intenso, porém, provavelmente, não promovendo impactos negativos às lavouras de soja.

As chuvas promoveram excedentes hídricos durante toda a safra 2015/16, com início no mês de outubro e estendendo-se até o terceiro decêndio de fevereiro, chegando a 850,6 mm de excesso hídrico (Tabela 3).

A ocorrência do excesso de chuvas nesta safra foi em função do fenômeno EL NIÑO (fenômeno de interação do oceano com a atmosfera caracterizado por um aquecimento acima do normal das águas do oceano Pacífico Equatorial). Por conta desse fenômeno, para região Sul do Brasil ocorreu um efeito marcante, que foi o aumento de chuvas (CAVALCANTI et al., 2009).

O total pluviométrico acumulado da safra 2015/16 chegou a 1456,4 mm, 157% acima da média histórica (Tabela 1); ultrapassando o valor preconizado como o ideal para o ciclo todo da soja. Com esse excesso de chuva e dias nublados, podem ter ocorrido anomalias que tenham prejudicado o desenvolvimento e rendimento da safra. Em geral, as chuvas foram excessivas principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos (terceiro decêndio de dezembro até terceiro decêndio de fevereiro). A temperatura do ar média para o período desta safra foi 23,3°C, valor semelhante da média histórica (23,2°C) e 0,2 °C inferior a safra 2014/15.

Assim, com elevado total de precipitação pluviométrica durante a maior parte da safra, a CAD foi atingida, garantindo disponibilidade hídrica suficiente para suprir as necessidades fisiológicas da soja durante todo o período caso as chuvas não fossem o suficiente. Porém com o declínio da precipitação e o aumento da evapotranspiração, ocorrido no mês de março, houve déficit hídrico, onde o total pluviométrico foi menor que a evapotranspiração, promovendo déficit hídrico nos três decêndios de março, totalizando 15,6 mm.

Conclusões

Houve uma grande variação climática entre as safras de verão dos anos de 2014/15 e 2015/16, em especial relacionado à precipitação pluviométrica. Na safra 2014/15 ocorreu déficit hídrico significativo por conta da baixa precipitação pluviométrica no início da safra, o qual pode ter dificultado a implantação da cultura. Em grande contraste, na safra 2015/16 houve um considerável excesso hídrico, ultrapassando em 57% a média histórica de precipitação pluviométrica observada na área experimental da Embrapa Soja.

Referências

CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; DIAS, M.A.F.da S.; SILVA, G.A.J. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 463p.

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.

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**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

SIBALDELLI, R. N. R.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2015**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 29 p. (Embrapa Soja. Documentos, 371).

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

THORNTON, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).

Tabela 1. Médias históricas da temperatura média do ar e precipitação pluviométrica mensal, durante as safras de verão, observadas na área experimental da Embrapa Soja, no período de 1991 a 2015. Embrapa Soja, Londrina, PR.

Mes	Temperatura do ar (°C)	Precipitação pluviométrica (mm)
Outubro	22,1	125,7
Novembro	22,8	137,9
Dezembro	23,6	162,1
Janeiro	23,5	202,4
Fevereiro	23,6	171,4
Março	23,4	128,4
Total	-	927,9
Media	23,2	-

Tabela 2. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955), seriado por decêndio. CAD no solo de 75 mm. Londrina, PR. Outubro/2014 a Março/2015. Embrapa Soja. Londrina, PR 2016.

Mes	Decêndio	Temp. (°C)	Precipitação (mm)	ETP Thornthwaite(1948)	ETR (mm)	Deficit (mm)	Excesso (mm)
Outubro	1	20,9	5,3	26,36	23,7	2,7	0,0
	2	27,1	0,0	49,84	27,5	22,3	0,0
	3	23,3	8,5	38,96	18,2	20,7	0,0
Novembro	1	23,6	16,6	37,04	21,2	15,8	0,0
	2	22,5	61,0	33,61	33,6	0,0	0,0
	3	23,0	46,9	35,81	35,8	0,0	0,0
Dezembro	1	23,1	55,5	36,26	36,3	0,0	0,0
	2	24,0	21,9	40,14	37,6	2,6	0,0
	3	23,4	127,5	41,66	41,7	0,0	67,7
Janeiro	1	24,2	27,4	40,75	39,6	1,1	0,0
	2	26,3	4,7	49,84	33,1	16,8	0,0
	3	23,3	58,5	40,65	40,6	0,0	0,0
Fevereiro	1	23,3	20,4	36,40	30,4	6,0	0,0
	2	22,2	108,6	31,98	32,0	0,0	43,8
	3	23,8	19,0	29,55	28,8	0,7	0,0
Março	1	22,9	40,2	33,38	33,4	0,0	0,0
	2	22,2	60,5	30,49	30,5	0,0	27,0
	3	23,0	48,9	35,75	35,8	0,0	13,1

Temp = Temperatura média do ar; ETP = Evapotranspiração potencial; ETR = Evapotranspiração real.

Tabela 3. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955), seriado por decêndio. CAD no solo de 75 mm. Londrina, PR. Outubro/2015 a Março/2016. Embrapa Soja. Londrina, PR - 2016.

Mes	Decêndio	Temp. (°C)	Precipitação (mm)	ETP Thornthwaite(1948)	ETR (mm)	Deficit (mm)	Excesso (mm)
Outubro	1	22,6	109,1	31,73	31,7	0,0	77,4
	2	23,4	37,8	35,29	35,3	0,0	2,5
	3	23,0	68,3	37,86	37,9	0,0	30,4
Novembro	1	22,4	111,9	32,69	32,7	0,0	79,2
	2	23,7	94,3	38,16	38,2	0,0	56,1
	3	22,0	121,9	32,18	32,2	0,0	89,7
Dezembro	1	22,6	32,6	34,52	34,5	0,0	0,0
	2	23,1	65,3	36,60	36,6	0,0	26,8
	3	23,7	98,7	42,90	42,9	0,0	55,8
Janeiro	1	23,9	187,8	39,82	39,8	0,0	148,0
	2	23,4	154,0	37,51	37,5	0,0	116,5
	3	23,8	25,8	42,58	40,8	1,7	0,0
Fevereiro	1	25,0	45,6	42,94	42,9	0,0	0,0
	2	24,7	107,7	41,33	41,3	0,0	54,0
	3	22,3	142,8	28,56	28,6	0,0	114,2
Março	1	23,3	23,6	34,61	33,8	0,8	0,0
	2	23,8	1,1	35,92	25,2	10,8	0,0
	3	23,2	28,1	36,40	32,4	4,0	0,0

Temp = Temperatura média do ar; ETP = Evapotranspiração potencial; ETR = Evapotranspiração real.

Avaliação da fixação biológica de nitrogênio no processo de seleção de linhagens de soja

PELAQUIM, J. A. P.¹; GRUNVALD, A.K.²; PÍPOLO, A. E.³; NOGUEIRA, M. A.³; HUNGRIA, M.³

¹Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, e-mail: joao_pissinati.jp@hotmail.com; ²Pós-Doutorado Júnior, CNPq; ³Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma oleaginosa que se destaca, no mundo, pela sua alta produtividade. Para garantir o sucesso da cultura, além do alto rendimento, o melhoramento genético no Brasil também tem direcionado seus esforços no desenvolvimento de cultivares com altos teores de proteína, no entanto, a alta concentração de proteína requer elevada demanda por nitrogênio (N) (CARRÃO-PANIZZI, 2006; PURCELL; SPECHT, 2006).

A fixação biológica de N (FBN), proveniente da simbiose entre leguminosas e bactérias fixadoras de N, representa a forma natural mais importante para o suprimento de N (SERRAJ et al., 1999). As bactérias se associam simbioticamente às plantas, formando estruturas especializadas nas raízes da soja, denominados nódulos, nos quais ocorre o processo de FBN (HUNGRIA et al., 2001).

Estudos têm demonstrado que a associação entre a soja e estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium diazoefficiens* e *Bradyrhizobium elkanii* são de grande importância econômica e ambiental. No entanto, o sucesso da FBN, no Brasil, resulta de pesquisas e da seleção de estirpes compatíveis com as cultivares brasileiras, com alta eficiência na FBN e adaptadas às diferentes condições ambientais em que a soja é cultivada (SANTOS et al., 2006). Vários fatores podem interferir tanto na produtividade, como no processo da FBN. Existem diferenças entre os genótipos de soja quanto à sensibilidade da FBN em condições de seca. Essas diferenças podem ser exploradas durante o processo de seleção e melhoramento de cultivares.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os caracteres relacionados à FBN em linhagens de soja obtidas pelo programa de melhoramento genético, durante o processo de seleção de linhagens.

Material e Métodos

Foram avaliadas 29 linhagens de soja, obtidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Soja da Embrapa Soja, Londrina, Paraná. A cultivar BRS284, com alto potencial de rendimento de grãos e a PI 471938, que mantém a FBN em condições de seca (DEVI; SINCLAIR, 2013), foram utilizadas como padrões.

O experimento foi conduzido em condições de campo na safra 2015/2016, em delineamento em blocos casualizados (DBC) com três repetições. Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m, das quais as duas linhas centrais foram avaliadas, representando uma área útil de 10 m². Na semeadura, as sementes foram inoculadas com uma mistura das estirpes de *B. japonicum* SEMIA 5079 e de *B. diazoefficiens* SEMIA 5080, ambas contendo 1 x 10⁹ células viáveis mL⁻¹. Para a avaliação fenotípica de características relacionadas à FBN foram coletadas cinco plantas de cada parcela, aproximadamente aos 35 dias após a emergência das plantas (estádio R3). A parte aérea e as raízes foram coletadas, separadas e mantidas em estufa com circulação forçada de ar, a 50°C, até atingirem massa constante. Avaliaram-se a massa de

nódulos secos em mg planta^{-1} (MNS); número de nódulos (NN) e massa específica de nódulos secos (MNS/NN), massa da parte aérea seca em g planta^{-1} (MPAS). O N total (mg planta^{-1}) foi avaliado pelo método de digestão sulfúrica do tecido moído, com quantificação em espectrofotometria pelo método do verde de salicilato (SEARLE, 1984).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F e as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste de médias Scott-Knott (5% de probabilidade). Os dados de precipitação pluviométrica e temperaturas são apresentados na Figura 1.

Resultados e Discussão

Diferenças significativas entre os genótipos foram observadas para: número de nódulos (NN), massa de nódulos secos (MNS), massa da parte aérea seca (MPAS) e nitrogênio total (NT) (Tabela 1). Os coeficientes de variação (CV) variaram entre 25,92 (MNS/NN) e 18,93 % (MNS). Coeficientes de variação acima de 30% foram obtidos por Bohrer e Hungria (1998) ao avaliarem 152 cultivares de soja.

Entre os caracteres avaliados, a média geral foi de 61,79 para NN, 208,06 para MNS (mg planta^{-1}), 3,51 para MNS/NN (mg planta^{-1}), 5,12 MPAS (g planta^{-1}) e 172,92 para NT (g planta^{-1}). As linhagens BR12-11023, BR14-1273, BR14-1272 e BR14-1465 foram superiores pelo teste de Scott Knott (5% de probabilidade), em todos os caracteres avaliados (Tabela 2). As linhagens BR14-1279, BR14-1276 e BR14-1280 apresentaram bom desempenho quando ao NN, além disso, apresentaram uma alta correlação entre MPAS e NT.

Ao analisar os dados meteorológicos, entre o período semeadura dos genótipos até o início do estágio de floração inicial (período de coleta das plantas), observou-se que as temperaturas médias, variaram entre 20 e 25°C (Figura 1). Temperaturas acima de 25°C associada ausência chuva, foram observadas, aproximadamente, aos 12 dias após a germinação. Períodos curtos de seca foram, também, observados até a data de coleta do experimento.

As informações do presente estudo, podem ser exploradas durante o processo de seleção e melhoramento de cultivares. Ao considerar a demanda de N para a cultura da soja, segundo Hungria e Mendes (2015), a soja exige 80 kg de N para produzir 1000 kg de grãos que podem ser fornecidos eficientemente pelo processo da FBN. Ao selecionar genótipos com alta eficiência em fixar o N pelo processo da FBN, considerando a produção brasileira, a FBN poderá resultar numa economia no país de aproximadamente US\$ 15 bilhões por safra.

Conclusão

Houve diferenças significativas, indicando variabilidade genética entre os 31 genótipos de soja avaliados. Entre os caracteres avaliados, as linhagens BR12-11023, BR14-1273, BR14-1272, BR14-1465, BR14-1279, BR14-1276 e BR14-1280 foram as que se destacaram.

Referências

BOHRER, T. R. J.; HUNGRIA, M. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 937-952, 1998.

CARRÃO-PANIZZI, M.C. Saudável, consumo direto da soja cresce entre brasileiros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, ano 3, n. 5, p. 136-139, 2006. (número dedicado à soja).

DEVI, M.J.; SINCLAIR, T. R.; CHEN, P.; CARTER, T. E. Evaluation of elite southern maturity soybean breeding lines for drought-tolerant traits. **Agronomy Journal**, v. 106, p. 1947-1954, 2014.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I.C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48p. (Embrapa Soja .Circular Técnica, 35).

HUNGRIA, M.; MENDES, I.C. Nitrogen fixation with soybean: the perfect symbiosis? In: DE BRUIJN, F. (ed.). **Biological nitrogen fixation**. New York: Wiley-Blackwell, 2015.

PURCELL, L. C.; SPECHT, J. E. Physiological traits for ameliorating drought stress. In: BOERMA, H. R.; SPECHT, J. E. (ed.). **Soybeans: improvement, production and uses**. 3rd. ed. **American Society of Agronomy-Crop Science Society of America-Soil Science Society of America**, 2006. p. 569-620.

SANTOS, M. A.; NICOLÁS, M. F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 67-75, 2006.

SEARLE, P. L. The Berthelot or indophenol reaction and its use in the analytical chemistry of nitrogen. **Analyst**, v.109, p. 549-568, 1984.

SERRAJ, R; SINCLAIR, T. R.; PURCELL, L. C. Symbiotic N₂ fixation response to drought. **Journal of Experimental Botany**, v. 50, p. 143-155, 1999.

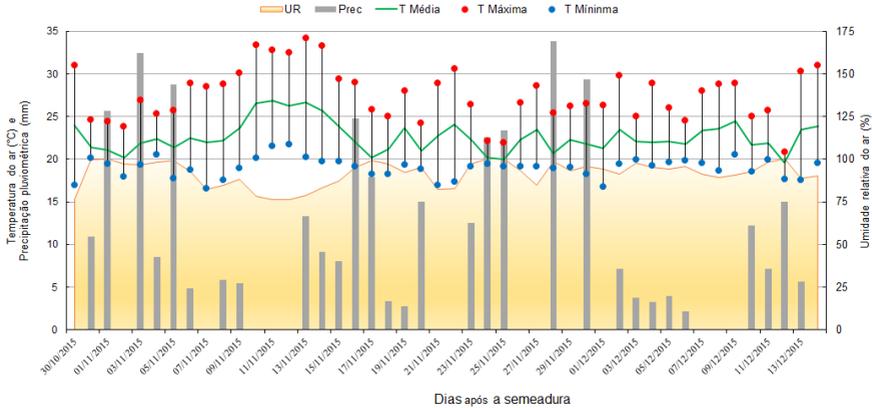


Figura 1. Precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperaturas máxima e mínima verificadas em Londrina – Paraná, no período de outubro a dezembro de 2015.

Tabela 1. Análise de variância quanto ao número de nódulos (NN), massa de nódulos secos (MNS), número específico de nódulos (MNS/NN), massa da parte aérea seca (MPAS) e nitrogênio total (NT), avaliados em 31 genótipos de soja.

F. V.	QMR				
	NN	MNS (mg planta ⁻¹)	MNS/NN (mg planta ⁻¹)	MPAS (g planta ⁻¹)	NT (mg planta ⁻¹)
Genotipo	205,80**	1551,27**	0,8295 ^{ns}	0,9577**	1693,44**
C. V. (%)	23,21	18,93	25,92	19,10	23,80
Media Geral	61,79	208,06	3,51	5,12	172,92

** significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste F.; ns: não significativo.

Tabela 2. Dados médios quanto ao número de nódulos (NN), massa de nódulos secos (MNS), massa da parte aérea seca (MPAS) e nitrogênio total (N total), avaliados em 31 genótipos de soja.

Genótipo	NN	MNS	MPAS	N total
BR12-11023	98.46 (1) a ²	265.33 (1) a	5.39 (12) a	193.70 (9) a
BR14-1281	83.80 (2) a	233.33 (10) a	4.26 (26) b	157.32 (22) b
BR14-1274	78.93 (3) a	206.66 (14) b	4.84 (22) b	171.63 (14) b
BR14-1279	74.53 (4) a	200.66 (15) b	5.66 (9) a	200.77 (8) a
BRS284 ^{1/}	72.53 (5) a	243.33 (6) a	4.63 (24) b	169.36 (15) b
BR14-1273	71.00 (6) a	252.00 (4) a	6.21 (3) a	239.23 (2) a
BR14-1448	70.86 (7) a	236.00 (9) a	4.87 (21) b	156.61 (23) b
BR14-1272	70.13 (8) a	238.00 (8) a	5.94 (6) a	220.19 (5) a
BR14-1452	70.06 (9) a	200.66 (16) b	5.43 (11) a	179.25 (12) b
BR14-1472	69.93 (10) a	254.00 (3) a	5.73 (7) a	164.30 (16) b
BR14-1276	68.80 (11) a	198.66 (17) b	5.46 (10) a	210.31 (6) a
BR14-1270	68.20 (12) a	252.00 (5) a	4.21 (27) b	160.80 (18) b
BR14-1475	67.53 (13) a	218.66 (12) a	5.22 (13) b	177.76 (13) b
BR14-1280	67.06 (14) a	195.33 (20) b	7.03 (1) a	265.23 (1) a
BR14-1465	64.20 (15) a	260.00 (2) a	5.67 (8) a	204.07 (7) a
BR14-1459	63.26 (16) a	180.66 (24) b	4.81 (23) b	140.19 (25) b
BR14-1462	60.33 (17) b	226.00 (11) a	6.60 (2) a	221.72 (4) a
BR14-1458	57.80 (18) b	240.00 (7) a	4.92 (19) b	130.58 (27) b
BR14-1460	54.33 (19) b	198.00 (18) b	5.20 (14) b	160.23 (19) b
BR14-1474	52.93 (20) b	217.33 (13) a	5.07 (16) b	182.52 (11) b
BR14-1466	51.60 (21) b	196.66 (19) b	5.98 (5) a	186.48 (10) a
BR14-1456	51.40 (22) b	178.00 (26) b	6.11 (4) a	228.53 (3) a
BR14-1473	51.13 (23) b	181.33 (23) b	4.43 (25) b	140.77 (24) b
BR14-1447	50.86 (25) b	156.66 (30) b	3.88 (29) b	121.06 (30) b
BR14-1450	50.86 (24) b	194.66 (21) b	4.98 (18) b	163.56 (17) b
BR14-1464	50.26 (26) b	180.00 (25) b	5.05 (17) b	157.91 (21) b
BR14-1469	48.60 (27) b	176.00 (27) b	3.60 (30) b	122.07 (29) b
BR14-1455	48.13 (28) b	186.00 (22) b	3.54 (31) b	105.56 (31) b
BR14-1471	46.20 (29) b	155.33 (31) b	4.90 (20) b	139.99 (26) b
BR14-1468	43.00 (30) b	160.66 (29) b	3.98 (28) b	129.71 (28) b
PI471938 ¹	38.86 (31) b	168.00 (28) b	5.10 (15) b	159.20 (20) b
Média Geral	61,79	208,06	5,12	172,92

¹genótipo padrão do ensaio; ²médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de médias Scott-Knott (5% de probabilidade).

Ocorrência de visitantes florais em diferentes cultivares de soja

SCHOAVENGERST, C. C.¹; CORRÊA-FERREIRA, B. S.²

¹ Centro Universitário Filadélfia, Bolsista FAPED, camilinha_cris_@hotmail.com; ² Pesquisadora aposentada, Embrapa Soja.

Introdução

A soja é considerada uma espécie autógama, com órgãos masculinos e femininos na mesma planta e com flores perfeitas (SEDIYAMA et al., 1985). Portanto, o que prevalece na cultura é a autopolinização (DEPLANTE; MAYER, 2000). Entretanto, estudos demonstraram o aumento na produtividade quando polinizadores bióticos visitaram as flores dessa cultura (VILLA et al., 1992; NOGUEIRA-COUTO, 1994; FÁVERO; NOGUEIRA-COUTO, 2000).

Segundo Santos et al. (2008), os principais polinizadores pertencem a ordem Hymenoptera (vespas e abelhas), que são os mais frequentes, Diptera (moscas e mosquitos) e Lepidoptera (mariposas e borboletas), que visitam as flores em busca de pólen e néctar. O grupo das abelhas são os mais eficientes polinizadores dentre os insetos (BAWA, 1990). Vários autores relatam a predominância de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae) como a espécie mais frequente na polini-

zação das flores de soja (FÁVERO; NOGUEIRA-COUTO, 2000; CHIARI et al., 2005; MILFONT, 2012). Esta é também a espécie polinizadora mais comum nas monoculturas mundiais (WILLIAMS, 1994), sendo responsável por cerca de 90% da produtividade dos frutos e sementes cultivados (SOUTHWICK; SOUTHWICK, 1992).

Beer (2016) diz que a polinização realizada pelas abelhas promove um grande impacto na biodiversidade e na produção de alimentos, sendo 35% das lavouras e 94% das plantas silvestres dependentes desta atividade. Porém, esse serviço ambiental está em risco, devido a um fenômeno chamado de desordem do colapso das colônias, que é caracterizado pela perda rápida e inexplicada da população adulta de uma colmeia (UNDERWOOD; VANENGELSDORP, 2007).

O número de abelhas vem diminuindo radicalmente no mundo, mas ainda é misterioso o motivo para tal redução, apesar de existirem várias hipóteses como, por exemplo, a disseminação do uso de agrotóxicos, que enfraquecem as colônias; a ação de parasitas, que atacam os órgãos ou o sistema respiratório das abelhas; a retirada de florestas e jardins para dar lugar às construções, e até mesmo plantações de uma única cultura e a conseqüente redução da biodiversidade. Entretanto, não são apenas essas hipóteses isoladamente mas sim a soma desses vários fatores que levaram a construção do cenário cruel para esses polinizadores (BEER, 2016).

Diante desse cenário, é evidente a importância de se conhecer os visitantes florais nas mais diferentes culturas visando desenhar estratégias de manejo para sua preservação. Estudos realizados por Toledo et al. (2011) indicaram que as flores de soja mostraram-se mais atrativas às abelhas, e com maior atividade de visitação às 11 horas. Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a presença de visitantes florais em diferentes cultivares de soja, visando determinar os horários do dia de maior visitação.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Soja em Londrina – PR (S 23°12'08,1" e W 51°10'31,1"), durante a safra de 2015/16. O forrageamento pelos insetos polinizadores foi avaliado em áreas de soja sem aplicação de inseticidas, utilizando-se três cultivares de grupo de maturidade semelhantes e de diferentes tipos de crescimento: determinada (BRS 391), indeterminada (BRS 284) e intacta (BRS 1010), em diferentes horários do dia (9h, 11h, 13h e 15h). As avaliações foram realizadas semanalmente no período de florescimento das cultivares, através da leitura visual dos insetos em visitação às plantas de soja em duas fileiras adjacentes de 1m, durante três minutos, num total de quatro estações de amostragem por parcela. Nesse período foi registrado todos os insetos visíveis, sendo considerado visitante floral todo aquele que pousava em qualquer flor da soja dentro da área avaliada.

Para o ensaio utilizou-se parcelas de 30m x 50m, num delineamento inteiramente casualizado, com três cultivares e quatro horários de visitação, em quatro repetições. A área amostral, no seu entorno, fazia divisas com lavouras de soja, de mandioca e pastagem e distava cerca de 60 m de uma mata secundária mais próxima, composta principalmente por espécies de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.)), aroeira salsa (*Schinus molle* (L.)), fumo bravo (*Solanum* sp.), embaúba (*Cecropia* sp.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e abacate (*Parsea americana* L.).

Resultados e Discussão

Do total de 3354 insetos visualizados na soja nas diferentes datas de observação e horários do dia constatou-se, em geral, um percentual reduzido (2,36%) de insetos que visitaram as flores de soja, sendo observado entretanto, uma quantidade ligeiramente superior na cultivar indeterminada (BRS 284), em função possivelmente, da presença de flores por um período maior de tempo em relação às cultivares de crescimento determinado (BRS 391) e intacta (BRS 1010).

Independente do hábito de crescimento das cultivares observou-se pouca atividade dos visitantes nas flores de soja no horário das 9 horas, e

a maior frequência de visitação na cultura ocorreu no período das 11 e 13 horas, sendo o pico observado às 11 horas para os três materiais avaliados. Na cultivar de tipo de crescimento indeterminado (BRS 284) constatou-se o maior número de visitantes florais, com grande intensidade de atividade também às 13 horas (Figura 1). Estes dados confirmam aqueles obtidos por Fávero; Nogueira-Couto (2000) para o período de maior visitação.

De forma geral, a maior frequência de visitação às flores de soja foi predominantemente por abelhas da espécie *A. mellifera*, mas também ocorreu a visitação por outros himenópteros além de besouros como *Colaspis* sp., *Lagriá vilosa* (Fabricius, 1783) e *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824), borboletas e o percevejo *Euschistus heros* (Fabricius, 1798). Considerando as diferentes cultivares foram registrados 79 insetos visitando as flores de soja, onde a abelha *A. mellifera* representou 57% do total de visitantes florais observados. Mas nem todos esses visitantes podem ser considerados polinizadores, pois muitos conseguem atingir seu alimento sem polinizar as flores. Esse comportamento deve-se a muitos fatores como, o tamanho inapropriado do visitante em relação à flor, até o seu comportamento dentro desta ou os horários da visita (SILVA; FREITAS, 2015).

No período avaliado constatou-se um número reduzido de visitantes florais registrado na cultivar de crescimento determinado (BRS 391) em 01/12/2015 em relação às demais cultivares que apresentaram os maiores valores de insetos nesta data de avaliação (Figura 2). Esse resultado pode ser explicado em função do desenvolvimento das plantas da cultivar BRS 391 estarem um pouco mais atrasadas, com várias plantas ainda no estágio vegetativo (V7) sem nenhuma flor aberta, enquanto as plantas de soja de crescimento indeterminado (BRS 284) e intacta (BRS 1010), nesta data já se encontravam em fase de início de floração (R1). Para a cultivar BRS 391 a maior atividade de visitantes florais foi observada na segunda avaliação (09/12/2015) quando as plantas se encontravam em fase de florescimento pleno com muitas flores abertas.

Conclusão

Entre os himenópteros, a abelha *A. mellifera* é o principal inseto visitante floral na cultura da soja e a maior atividade de visitação às flores de soja pelos insetos ocorre nos horários das 11 h às 13 horas.

Referências

- BAWA, K.S. Plant-Pollinator interactions in tropical rain Forest. **Annual Review of Ecology and Systematic**. v. 21, p. 399-422, 1990.
- BEER, R. Porque salvar as abelhas. **Revista Veja**. v. 49, n. 8, p. 84-87, 2016.
- CHIARI, W.C.; TOLEDO, V.A. A. DE; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; OLIVEIRA, A. J. B. DE; SAKAGUTI, E. S.; ATENCIA, V. M.; COSTA, F. M.; MITSUI, M. H. Pollination of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 31-36, 2005.
- DEPLANTE, K.S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: CABI, 2000. 344p.
- FÁVERO, A.C.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. var. FT 2000). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000.
- MILFONT, M.D.O. **Uso da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização e aumento de produtividade de grãos em variedade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) adaptadas às condições climáticas do nordeste brasileiro**. 2012. 129f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- NOGUEIRA-COUTO, R.H. Polinização com abelhas africanizadas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 1994. Ribeirão Preto. **Anais...** p. 101-117, 1994.

SANTOS, A.B.; NASCIMENTO, F.S.; SOUZA, C.S. **Polinização, um importante serviço prestado ao meio ambiente.** In: SEABRA, G.F (Org.) A Conferencia da Terra: Fórum Internacional do Meio Ambiente. Questões globais e soluções locais. João Pessoa: Ed. Universitária da UFPB, 2008. p. 640-646.

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

SILVA, C. I. DA; FREITAS, B. M. Agricultura e polinizadores. **Associação Brasileira de Estudos das Abelhas.** São Paulo – SP. A.B.E.L.H.A., 2015. p. 9-18.

SOUTHWICK, E. E.; SOUTHWICK, J. R. L. Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera: Apidae) as agricultural pollinators in the United States. **Journal Economic of Entomology**, v. 85, p. 621-633, 1992.

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

UNDERWOOD R. B.; VANENGELSDORP, D. **Colony collapse disorder: have we seen this before? 2007.** Disponível em: < <http://www.bee-culture.com/?s=colony+collapse+disorder> > . Acesso em: 05 mai. 2016.

VILLA, V.P.V.; MARTINHO, M.R.; SEDIYAMA, T.; FREIRE, J.A.H. Effect os Africanised bees, *Apis mellifera* L. in the hybridization and productivity of soyabeans *Glycine max* (L.) Merrill. In: PROCEEDING OF THE INTERNATIONAL CONGRES OF APICULTURAL APIMONDIA, 1989, Bucharest. **Anais...**, p. 414-415, 1992.

WILLIAMS, I. H. The dependences of crop production within the European Union on pollination by honeybees. **Agricultural Zoology Review**, v. 6, p. 229-257, 1994.

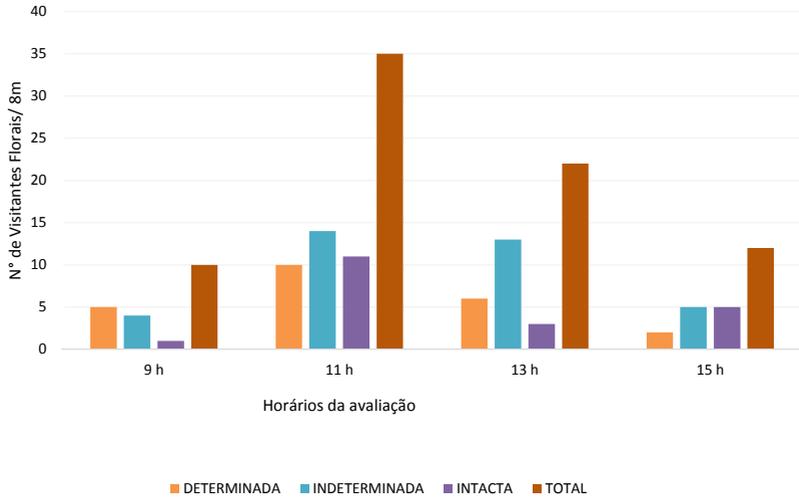


Figura 1. Número total de visitantes florais em três cultivares de soja e quatro horários de avaliação na safra 2015/16, em Londrina, PR.

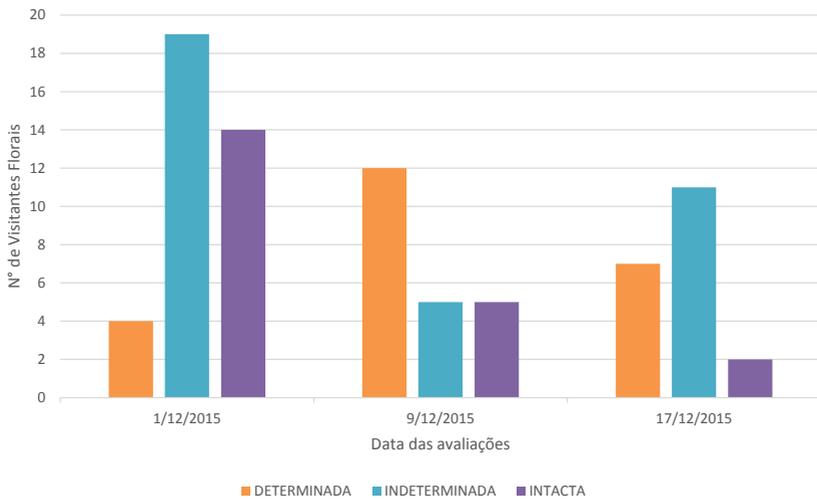


Figura 2. Número total de visitantes florais em três cultivares de soja em diferentes datas de avaliação realizadas durante o florescimento das plantas.

Suscetibilidade do percevejo *Euschistus heros* a extratos bacterianos

MARTINS, M. R.¹; ROGGIA, S.² OLIVEIRA JÚNIOR, A.G.³; ANDRADE, G.F.³; SILVA, C.S.³; SITTA, R.⁴

¹Universidade do Norte do Paraná; ²Pesquisador, Embrapa Soja; ³Universidade Estadual de Londrina, ⁴Centro Universitário Filadélfia

Introdução

A soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, apresenta grande importância social e econômica, sendo que sua participação (grão e derivados) é de 69,5% no mercado de exportação de grãos (CONAB, 2016). O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja, com produção anual de cerca de 96 milhões de toneladas (CONAB, 2016). O sucesso da soja como 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.

No entanto, a soja é atacada por várias pragas que podem reduzir a sua produtividade. Os percevejos estão entre as principais pragas da soja no Brasil e apresentam elevado potencial de dano, pois atacam

diretamente a vagem e o grão, causando perdas diretas como aborto de legumes e grãos, atrofia de grãos, redução de massa e volume dos grãos, redução do teor de óleo dos grãos, redução de germinação e vigor das sementes, ocorrência de distúrbios fisiológicos na planta como o retardamento da maturação e menor produtividade da lavoura (PANI-ZZI et al., 2012). *Euschistus heros* tem sido a principal espécie atacando soja no Brasil, esta apresenta características ecológicas distintas das demais e comumente é mais tolerante aos inseticidas empregados para o seu controle. A ocorrência de populações de *E. heros* com diferentes níveis de resistência a inseticidas organofosforados utilizados para seu controle tem sido demonstrada pelos estudos de Sosa-Gómez et al. (2001, 2009) e Sosa-Gómez e Silva (2010). A rotação de moléculas e grupos químicos é uma das estratégias de manejo da resistência de insetos a inseticidas. No entanto, no mercado existe apenas dois grupos químicos principais utilizados para o manejo de percevejos, os neonicotinoides e os organofosforados, para os quais já foram detectadas populações da praga com nível de tolerância de até três vezes, em relação a população de referência (SOSA-GÓMEZ et al., 2009; HUSCH; SOSA-GÓMEZ, 2013).

Nesse contexto tem ganhado importância a busca por métodos alternativos ao controle químico para o manejo de percevejos em soja, como o controle biológico. Dentre as possibilidades de agentes de controle biológico de percevejos a utilização de parasitoides de ovos é a estratégia mais avançada (BUENO et al., 2012). Porém, o controle microbiano tem chamado maior atenção das empresas de controle biológico pela facilidade de armazenamento por vários meses, possibilitando a sua produção durante todo ano, sem sofrer com a sazonalidade dos cultivos agrícolas, como ocorre com os parasitoides e predadores. A maior facilidade de armazenamento também favorece o transporte e comercialização, contribuindo para a disponibilização de um produto mais barato e competitivo no mercado. Além disso, a aplicação dos entomopatógenos em campo se assemelha com métodos de aplicação de agrotóxicos que o agricultor já está familiarizado, contribuindo para um processo mais rápido de adoção dessa estratégia de controle. Estudos recentes indicam que metabólitos produzidos por bactérias da família

Pseudomonadaceae apresentam potencial para o controle de pragas agrícolas (LOPES et al., 2012; VASCONCELLOS et al., 2014).

Assim, foi desenvolvido um estudo com objetivo de determinar a eficiência de controle de diferentes doses de extratos bacterianos aplicados sobre ninfas de segundo instar do percevejo-marrom, *Euschistus heros*, em um estudo exploratório em cenário de máxima exposição do inseto.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado, na Embrapa Soja, em Londrina, PR, utilizando extratos bacterianos produzidos no Laboratório de Ecologia Microbiologia (LEM) da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Foram estudados extratos de duas bactérias comparativamente a uma formulação-branco e uma testemunha sem extrato conforme descrito na Tabela 1.

Cada tratamento teve cinco repetições, cada uma composta por 20 ninfas de segundo instar do percevejo-marrom, *E. heros*. Os produtos foram pulverizados diretamente sobre o grupo de percevejos contidos em uma caixa gerbox (11 x 11 x 3,5 cm de altura). A pulverização foi realizada com torre de Potter, utilizando-se 0,5 mL de calda. Esse volume de calda foi definido para produzir um padrão de deposição (avaliada com cartão hidrossensível) equivalente a uma pulverização de campo com 150 L/ha. Adicionalmente, 10 vagens de feijão-de-vagem foram tratadas por imersão com cada um dos extratos, em um tubo de ensaio. Em seguida, cada grupo de 20 ninfas de percevejo recebeu como alimento uma vagem tratada.

Os insetos foram mantidos em temperatura ambiente. Três vezes por semana foi realizada a limpeza da caixa gerbox, troca da vagem e avaliação do desenvolvimento e mortalidade dos insetos. Por ocasião da troca de alimento as novas vagens foram tratadas por imersão nos extratos.

A partir da mortalidade acumulada até os 10 dias após a aplicação dos produtos foi calculada a mortalidade corrigida pela fórmula de Hender-son e Tilton (1955).

Resultados e Discussão

Os dados obtidos indicam que os extratos das bactérias *Pseudomonas aeruginosa* e *Burkholderia* sp. estudados proporcionam mortalidade de percevejos quando aplicados sobre ninfas de segundo instar (Figura 1). Porém os níveis de mortalidade não foram altos não ultrapassando de 53% aos 10 dias após a aplicação dos produtos. Isso indica que apenas parte da população foi susceptível aos produtos e doses estudados, além disso, efeitos subletais poderiam ser observados ao longo do tempo afetando o desenvolvimento e sobrevivência dos insetos no longo prazo.

O extrato que proporcionou o maior nível de mortalidade foi o de *P. aeruginosa*, chegando a 53% de mortalidade aos 10 dias após a aplicação. É importante destacar que esse extrato foi aplicado em formulação de DMSO (10%) e óleo mineral (2%) que, quando avaliado isoladamente (sem o extrato da bactéria) apresentou mortalidade de 19%, indicando que pode haver contribuição da formulação para a mortalidade proporcionada pelo extrato bacteriano. A partir dessa constatação sugere-se que em estudos futuros possa se avaliar a interação de extratos bacterianos com diferentes formulações, sobre o controle de percevejos.

Os resultados obtidos com *Burkholderia* sp. indicam melhor desempenho para o extrato liofilizado em relação ao extrato concentrado e ao sobrenadante. O extrato liofilizado atingiu 41% de mortalidade aos 10 dias após a sua aplicação sobre os percevejos.

Apesar de que, no presente estudo, não ter sido avaliado comparativamente o efeito de inseticidas químicos, em condições de campo a eficiência de controle dos melhores produtos disponíveis no mercado é de 60%, em média. Assim, apesar de o presente estudo indicar baixa mortalidade das ninfas de percevejo tratadas com os extratos bacterianos esse tema merece atenção devido ao potencial que oferece para o manejo de *E. heros* e devido a importância dessa praga e sua dificuldade de controle pela utilização de inseticidas químicos.

Conclusões

Extratos bacterianos obtidos de *Pseudomonas aeruginosa* e *Burkholderia* sp. proporcionam mortalidade de percevejos quando aplicados sobre ninfas de segundo instar. O extrato da bactéria *Pseudomonas aeruginosa* associada a formulação de DMSO (10%) e óleo mineral (2%) proporcionou a maior taxa de mortalidade (53%), aos 10 dias após sua aplicação.

Referências

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

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: v.3 - safra 2015/2016 – n.8 – oitavo levantamento, maio 2016**. Brasília: CONAB, 2016. 178p.

HENDERSON, C.F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brow wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v.48, p.157-161, 1955.

HUSCH, P.E.; SOSA-GÓMEZ, D.R. Susceptibilidade de *Euschistus heros* a tiametoxam, lambda-cialotrina e acefato em mesorregiões do Paraná, Brasil. In: JORNADA ACADÊMICA, 8., Londrina, 2013. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 172-175. (Embrapa Soja, Documentos, 339).

LOPES, L.P.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.G.; BERANGER, J.P.O.; GÓIS, C.G.; VASCONCELLOS, F.C.S.; MARTIN, J.A.B.S.; ANDRADE, C.G.T.J.; MELLO, J.C.P.; GALDINO, A. Activity of extracellular compounds of *Pseudomonas* sp. against *Xanthomonas axonopodis* in vitro and bacterial leaf blight in eucalyptus. **Tropical Plant Pathology**, v.37, n.4, p.233-238, 2012.

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

SOSA-GOMEZ, D.R., I.C. CORSO & L. MORALES. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabr.). **Neotropical Entomology**, n.30, p.317-320, 2001.

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

SOSA-GOMEZ, D.R.; SILVA, J.J da; LOPES, I.O.N; CORSO, I.C.; ALMEIDA, A.M.R., MORAES, G.C.P. de; BAUR, M.E. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, n.102, v.3, p.1209-1216, 2009.

VASCONCELLOS, F.C.S.; OLIVEIRA, A.G. de; LOPES-SANTOS, L.; BERANGER, J.P.O.; CELY, M.V.T.; SIMIONATO, A.S.; PISTORI, J.F.; SPAGO, F.R.; MELLO, J.C.P de; MARTIN, J.A.B.S.; ANDRADE, C.G.T.J.; ANDRADE, G. Evaluation of antibiotic activity produced by *Pseudomonas aeruginosa* LV strain against *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. **Agricultural Sciences**, v.5, n.1, p.71-76, 2014.

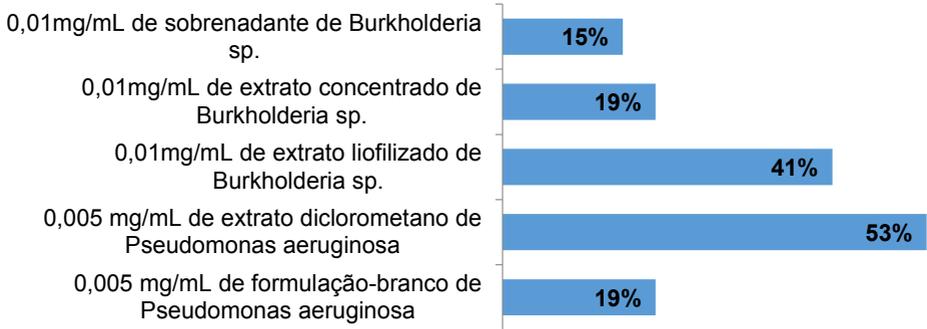


Figura 1. Mortalidade corrigida de ninfas de percevejos tratados com diferentes extratos de bactérias. Avaliação realizada 10 dias após a aplicação.

Tabela 1. Descrição da composição dos tratamentos aplicados sobre ninfas de segundo instar do percevejo-marrom, *Euschistus heros*.

Bactéria	Tipo de extrato	Veículo (formulação)	Concentração do extrato no veículo
<i>Burkholderia</i> sp.	Sobrenadante	Água destilada	0,01 mg/mL
<i>Burkholderia</i> sp.	Extrato concentrado	Água destilada	0,01 mg/mL
<i>Burkholderia</i> sp.	Extrato liofilizado	Água destilada	0,01 mg/mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Extrato diclorometano	DMSO 10% + óleo mineral 2%	0,005 mg/mL
Formulação-branco	Formulação-branco	DMSO 10% + óleo mineral 2%	0,005 mg/mL
Testemunha sem extrato	-	-	-

Condução do manejo integrado de pragas na cultura da soja

FERNANDES, J. B.¹; ROGGIA, S.²

¹ Centro Universitário Filadélfia; ² Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

Nas últimas décadas, o complexo produtivo de soja se tornou uma atividade econômica de extrema importância na agricultura global e vem apresentando aumento de produção expressivo nos últimos anos. O Brasil se destaca como segundo maior produtor de soja com 94 milhões de toneladas na safra 2014/2015, e maior exportador mundial com 46,7 milhões de toneladas na safra 2013/2014, de acordo com USDA (SEAB, 2014).

Em contrapartida, os custos de produção da soja se tornam mais onerosos por conta da variação cambial e demanda. De acordo com IMEA 2013, R\$ 2.428,89/ha são gastos para a produção de genótipos convencionais e R\$ 2.359,78 há⁻¹ em transgênicos no centro-sul brasileiro. Contudo, estratégias de redução de custos e economia de recursos são necessárias para manter a rentabilidade da cadeia produtiva de soja.

O manejo integrado de pragas (MIP) surge como uma ferramenta de condução e controle com avaliação e tomada de decisão assertiva e

direcionada para diversas situações do cultivo e todo o ambiente, consequentemente favorecendo a redução de custos.

Com o início do programa de manejo integrado de pragas foram obtidos grandes resultados ambientais e econômicos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012). As aplicações de inseticidas no Estado do Paraná foram reduzidas de cinco para menos de duas aplicações na década de 80 (FINARDI; SOUZA, 1980).

A análise de nível de dano econômico para tomada de decisão, métodos de controles biológicos, culturais e químicos com uso correto e responsável de inseticidas, preferencialmente seletivos, são critérios que auxiliam na importância do manejo integrado de pragas para o uso racional de produtos e agentes de controle (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi a condução de uma área de produção de soja com manejo integrado de pragas para comparação entre o manejo do produtor determinando sua eficiência e economia.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em lavoura comercial de soja de cultivar M6410 RR2 IPRO, em Londrina – PR, durante a safra 2015/16. Foi conduzida uma área de cinco hectares destinada para manejo integrado de pragas (MIP) e restante da propriedade como testemunha no manejo do produtor.

A semeadura ocorreu em 30 de outubro de 2015 e a emergência após sete dias, posteriormente foram realizadas 15 vistorias entre o período de estágio fenológico da soja de V3 à R8 (RITCHIE et al., 1982) com periodicidade semanal, salvo ocorrências de chuvas em excesso. As amostragens foram conduzidas pela avaliação no pano de batida de tecido branco com 1x1,20m, sendo amostrado 1 metro linear. A cada vistoria da área eram realizadas 10 batidas de pano, sendo escolhido locais diferentes e distantes a cada batida para abranger toda a área e obter média representativa do local.

Os dados foram anotados em ficha padrão de MIP da Embrapa e contabilizado a média das 10 batidas de pano para a definição da quantidade de pragas por metro linear da área. Estes resultados foram informados ao responsável da área e quando próximo ao nível de controle, a tomada de decisão foi discutida em conjunto com o produtor possuindo o poder de decisão.

Resultados e Discussão

A safra de 2015/16 foi determinada por grande precipitação de chuvas dificultando o acesso ao local em algumas semanas e baixa ocorrência de insetos na lavoura, para pragas, predadores e parasitoides.

O nível de desfolha não ultrapassou 8% (Figura 1), ao longo de toda a safra, não influenciando o desempenho produtivo de grãos da soja pois o nível de ação para controle e aplicação de inseticidas em condições de desfolha é de 30% para estágio vegetativo e 15% para reprodutivo (BUENO et al., 2010). Estes níveis de ação possuem uma margem de segurança alta, até em climas em condições favoráveis para insetos praga (GAZZONI; MOSCARDI, 1998; PARCIANELLO et al. 2004).

Dentre possíveis pragas, as que mais ocorreram foram os percevejos, os quais estão agregados o *Dichelops melacanthus* – percevejo-barriga-verde e *Euschistus heros* – percevejo-marrom, principalmente nos estádios reprodutivos. Em sua maioria o percevejo *E. heros* obteve maior participação na população, chegando ultrapassar em 57 dias (Figura 1) o nível de controle que é de dois percevejos por metro para lavouras de consumo (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999). Por conta da cultivar possuir tecnologia *Bt* e a alta incidência de chuvas, o aparecimento e sobrevivência de lagartas foi insignificante.

Para os agentes de controle biológico, também chamados de inimigos naturais, foram constatados nas avaliações as seguintes espécies: *Calosoma granulatum*, *Cycloneda sanguinea* – joaninha, aranhas, *Lebia concinna*, *Geocoris sp.*, *Nabis sp.*, *Eriopsis conexa*, *Doru sp.* – tesourinha. Ocorreu variação da densidade populacional destes agentes (Figura 2), em detrimento da disponibilidade de alimento, chuvas, umidade,

temperatura e aplicação de controle químico. Este índice de população é baixo para lavouras de soja (CORSO et al., 1999), apesar de conter uma boa diversificação de espécies.

Na área de manejo do MIP, conforme levantamento e avaliações para tomada de decisão (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012) foram realizadas duas aplicações de inseticidas, sendo a primeira aos 57 DAE com soja em estágio R2 onde ultrapassa o nível de ação (Figura 1) e posteriormente aos 113 DAE em estágio R8 na dessecação da soja para controle do aumento da população de percevejos para o milho segunda safra, sendo esta última aplicação decidida pelo produtor sem parâmetros validados pelo MIP. Já no manejo do produtor, foram efetivadas quatro aplicações de inseticidas. A área de manejo do produtor é conduzida com aplicações calendarizadas aproveitando as aplicações de fungicidas sem avaliação prévia de nível de ação ou presença de pragas.

Após a primeira aplicação de inseticidas na área do MIP, a população de agentes de controle biológico foi reduzida, não obtendo recuperação da população e diversidade para os níveis iniciais. **Com isto, influenciando no aumento e recuperação mais rápida da população de pragas.**

A produção da safra 2015/16 nesta área foi de 60,5 sacas de soja por hectare (Figura 3) para o manejo do produtor e também para o manejo integrado de pragas. O MIP não diminuiu a produtividade e somente 2 aplicações de inseticidas foram realizadas, 50% menor que a área de manejo do produtor, gerando uma economia de recursos ambientais e financeiros. É importante considerar que na área de MIP a última aplicação foi desnecessária, foi realizada por decisão do produtor, portanto para este caso de estudo o manejo de pragas na lavoura demandou somente uma pulverização de inseticida.

A produção de sacas por hectare das últimas três safras de soja (2013/14, 2014/15 e 2015/16) ficou entre 58 à 60,5 sacas, possuindo variações na quantidade de aplicações (Figura 3), como demonstrado, a redução de aplicações não interferiu no desempenho de produtividade, sendo que, as diferenças de produtividade destas safras podem ser atribuídas à outros fatores.

O custo de uma aplicação de inseticida por hectare, de acordo com Embrapa 2015, é de R\$ 54,10 para Inseticida e R\$ 24,80 para o custo da aplicação, considerando que as aplicações foram realizadas juntamente com fungicida, o valor do custo da aplicação foi dividido, sendo participativo para o inseticida R\$ 12,40. Portanto, a redução de aplicações de inseticidas com a mesma produtividade (Figura 3), gerou uma economia de R\$ 133,00 por hectare. Já para a área de manejo do MIP de cinco ha, a economia foi de R\$ 665,00. O mesmo produtor cultiva no total 800 hectares de soja em média por ano, contudo, considerando esta mesma economia, se aplicado em toda a área com manejo integrado de pragas, o total financeiro reduzido seria de R\$ 106.400,00.

Conclusão

Com a utilização do manejo integrado de pragas é possível reduzir a quantidade das aplicações de inseticidas através da utilização do nível de ação, sem perda de eficiência produtiva, gerando benefícios ambientais como presença da população de agentes naturais de controle por mais tempo e financeiros com a redução de custos de uso de inseticidas.

Referências

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PANIZZI, A.R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1999. 45p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 24).

CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; NERY, M.E. Efeitos de doses e de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides de pragas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n.9, p. 1529-1538, set. 1999.

FINARDI, C.E.; SOUZA, G.L. de. **Ação da extensão rural no manejo integrado de pragas da soja**. Curitiba: ACARPA/EMATER-PR. 1980, 13 p.

GAZZONI, D. L.; MOSCARDI, F. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n.4, p. 411-424, abr. 1998.

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

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

IMEA. **Custo de produção de soja: safra 2014/2015**, Mato Grosso, novembro/2013. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R410_2013_11_CPSoja.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2016.

PANIZZI, A.R. Importância histórica e perspectivas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) em soja. In: **Congresso Brasileiro de Soja**, 4., 2006, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2006a. p. 121-126.

PARCIANELLO, G.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L.; SAGGIN, K. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 34, n. 2, p. 357-364, mar./abr. 2004.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1982. 20 p. (Special Report, 53).

SEAB. DERAL. **Soja: análise da conjuntura agropecuária**, novembro de 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/Soja_2014_15.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2016.

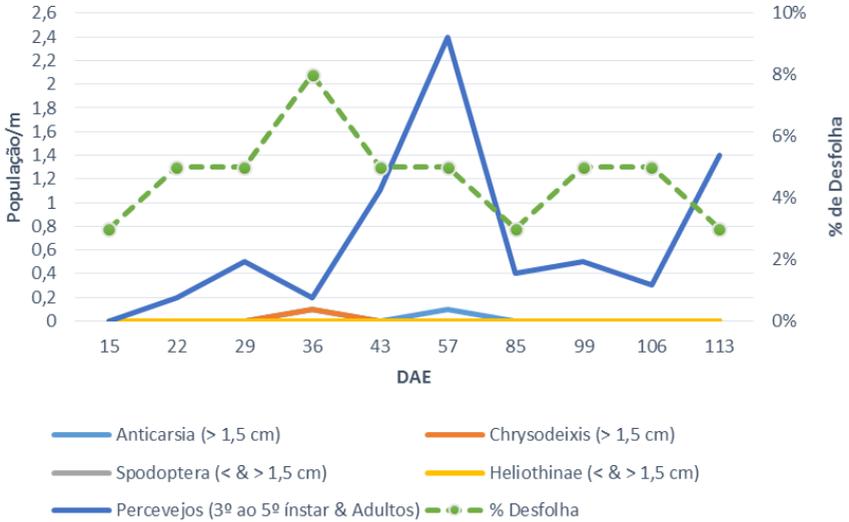


Figura 1. População de pragas por metro e percentual de desfolha visualizado ao decorrer dos dias após emergência da soja na área de manejo integrado de pragas.

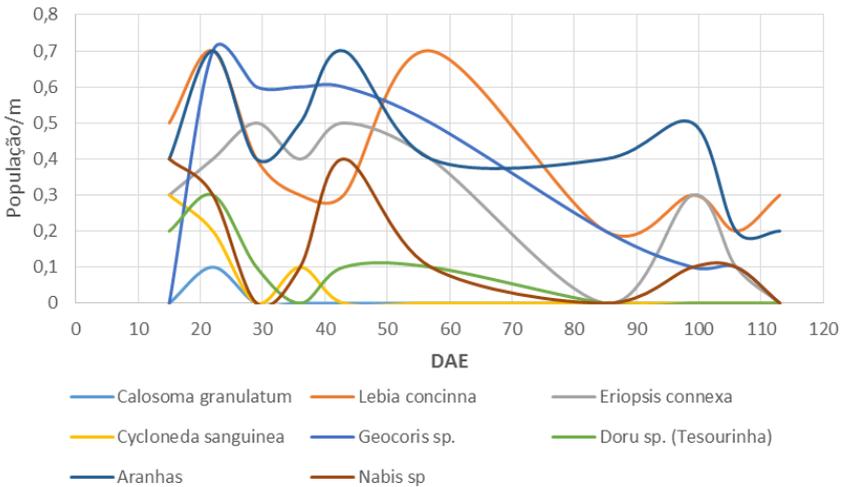


Figura 2. Curva populacional de agentes de controle biológico por metro ao decorrer dos dias após a emergência da soja na área de manejo integrado de pragas.

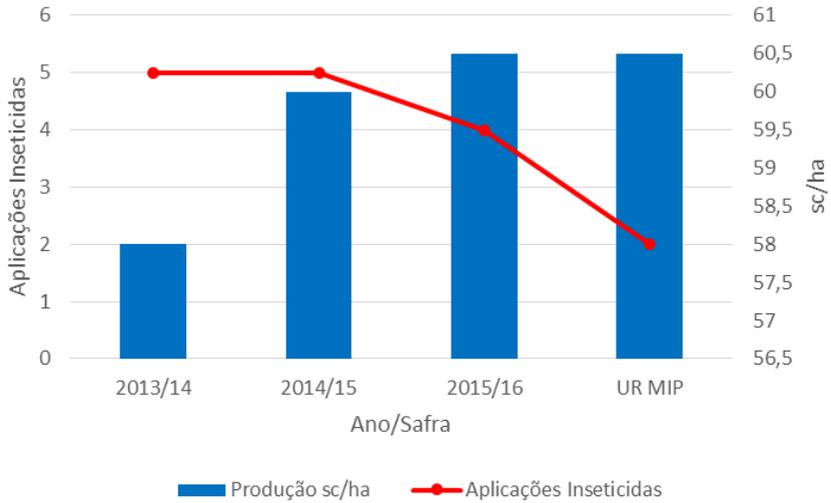


Figura 3. Produtividade da soja de safra 2015/16 e anteriores no manejo produtor e manejo integrado de pragas na safra 2015/16 relacionadas as aplicações de inseticidas.

Identificação e avaliação da expressão de genes pertencentes a família CCCH *zinc finger* em duas cultivares de soja sob deficit hídrico

CARANHATO, A.L.H.¹; GIORDANI, W.²; MARINHO, J. P.³; REIS, R.R.³; ALEKCEVETCH, J.C.³; MARIN, S.R.³; MARCOLINO-GOMES, J.⁴; NEPOMUCENO, A.L.⁵; MERTZ-HENNING, L.M.⁵

¹UTFPR-DV, bolsista Embrapa Soja, andrelhcaranhato@gmail.com; ²UEL, Mestrando/CNPq; ³Doutorando/CAPES, Embrapa Soja; ⁴Pós Doutorando/CAPES, Embrapa Soja; ⁵Pesquisador(a), Embrapa Soja.

Introdução

A soja (*Glycine max*) é uma das principais espécies cultivadas no mundo. Na safra 2014/2015 a produção mundial desta oleaginosa chegou a 319 milhões de toneladas (CONAB, 2015). No Brasil, sua produção chegou a 96 milhões de toneladas (CONAB, 2016), colocando o país como segundo maior produtor mundial. Não só no Brasil, mas no mundo todo, diversos fatores bióticos e abióticos limitam a produção, dentre eles, o déficit hídrico pode ser destacado como um dos principais fatores limitantes, sendo que, no Brasil, 71% dos casos de perdas de produção, estão relacionados ao déficit hídrico (ARAUS et al., 2002; CASAGRANDE et al., 2001). Dessa forma, uma das estratégias para mitigação dos efeitos do déficit hídrico é o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes, as quais apresentem melhor estabilidade no rendimento em condição de estresse.

A resposta ao déficit hídrico pela planta é realizada por diversos mecanismos fisiológicos e moleculares, incluindo a ativação da expressão de um grande número de genes. A compreensão desses mecanismos torna-se uma ferramenta importante para a definição de estratégias biotecnológicas que contribuam para o desenvolvimento de genótipos mais tolerantes ao estresse por déficit hídrico. De forma geral, a expressão destes genes está relacionada a presença de fatores de transcrição, que atuam na regulação de inúmeros processos celulares (WANG et al., 2008).

Os *Zinc Fingers* (Dedos de Zinco) são uma grande família de fatores de transcrição, classificados em diversos grupos que incluem C₂H₂, C₂HC, C₂C₂, C₂HCC₂C₂, C₂C₂C₂C₂ e CCCH. A classificação é baseada no número e na ordem de cisteínas e histidinas ligadas a um íon de zinco na estrutura secundária do *finger* (SEOK et al., 2016). Em *Arabidopsis thaliana* as proteínas *zinc finger* (AtTZFs) são potentes reguladores de respostas a estresses bióticos e abióticos. Em seu genoma, já foram identificados 68 genes que foram classificados e divididos em 11 subfamílias de acordo com o número de *zinc fingers* e do espaçamento entre as cisteínas e a histidina (WANG et al., 2008). Diversos trabalhos já demonstraram a relação dos *zinc finger*, com mecanismos de tolerância ao estresse. (WANG et al., 2008; PENG et al., 2012; SEOK et al., 2016).

As proteínas CCCH são compostas por três cisteínas seguidas por uma histidina, encontradas em organismos simples como as bactérias, a até organismos superiores como os eucariotos. Wang et al. (2008) identificaram 68 destes genes em *Arabidopsis* e 67 genes em arroz, os quais foram divididos em 20 subfamílias, a partir da sua filogenia e estrutura.

Em soja, a distribuição e caracterização detalhada dessas proteínas ainda não foram realizadas. Tendo em vista a importância desses genes nos mecanismos de resposta de plantas a estresses bióticos e abióticos, o objetivo do presente trabalho foi identificar e avaliar a expressão de genes pertencentes à família CCCH em duas cultivares de soja sob condições de déficit hídrico.

Material e Métodos

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições (constituídas por *bulks* de 10 plantas) em fatorial 2x7, sendo duas cultivares consideradas contrastantes para tolerância ao déficit hídrico: Embrapa 48 (tolerante) e BR 16 (susceptível) e sete tempos de exposição ao déficit hídrico (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 minutos). O experimento foi conduzido em hidroponia, sendo o estresse por déficit hídrico aplicado através da remoção das plantas da solução hidropônica e manutenção das mesmas em bandejas, sem água, em ambiente de casa-de-vegetação. A obtenção de plantas, aplicação do estresse, a coleta e o armazenamento das amostras, foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Rodrigues et al., 2012.

O RNA total foi extraído de raízes e das folhas de cada repetição utilizando o reagente Trizol (Invitrogen) de acordo com as instruções do fabricante. A partir do RNA total extraído foram formados *bulks* resultando em amostras classificadas como: controle (tempo 0), nível de estresse 1 (25 e 50 minutos), nível de estresse 2 (75 e 100 minutos) e nível de estresse 3 (125 e 150 minutos). Posteriormente a avaliação da qualidade do RNA extraído, realizou-se o sequenciamento das amostras (RNAseq) através da plataforma Illumina, conforme a metodologia descrita por Rodrigues, et al., 2015. Foram geradas bibliotecas de tecidos de folhas e raízes, das cultivares Embrapa 48 e BR 16, sob condição controle e sob diferentes níveis de déficit hídrico. Os dados resultantes do sequenciamento foram carregados na plataforma *GenesifterTM analysis* (VizX Labs LLC, Seattle, WA, USA; <http://www.genesifter.net>)

Para a identificação e obtenção das sequências dos genes pertencentes à família CCCH foi realizada uma análise *in silico* na plataforma online Soybean Knowledge Base (*SoyKB*), onde por meio da ferramenta de busca *Browse/Gene families*, foram encontrados todos os genes já identificados em soja, pertencentes a essa família. Posteriormente, os genes selecionados foram comparados com dados de expressão da biblioteca de RNAseq gerada. As expressões dos genes identificados por meio desta busca, foram analisados nos resultados gerados pela

RNAseq na plataforma *Genesifter™*, na qual os dados foram normalizados pelo total de *reads* mapeados.

Resultados e Discussão

Na análise *in silico* foram encontrados 147 genes da família CCCH. Dentre os 147 genes, 139 foram identificados na biblioteca de RNAseq de folhas e raízes de cada cultivar.

Na biblioteca de RNAseq das folhas da cultivar BR 16, 71 genes foram *up*-regulados e 103 foram *down*-regulados em pelo menos um dos níveis de estresse comparados ao controle. Em raízes os números observados foram de 64 genes *up*-regulados e 95 *down*-regulados. Para a cultivar Embrapa 48 foram encontrados 76 genes *up*-regulados e 83 *down*-regulados, em folhas e 49 genes *up*-regulados e 95 *down*-regulados em raízes.

A análise de expressão na plataforma *Genesifter™*, indica os genes que foram *up*-regulados (coloração vermelha) e os genes que foram *down*-regulados (coloração verde) conforme é possível observar na Figura. 1.

O gene Glyma12g33320 foi *up*-regulado em todos os níveis de estresse, nas raízes e nas folhas de ambas as cultivares. Já o Glyma08g43270 apresentou *down*-regulação nas folhas (Figura A) e nas raízes (Figura C) da cultivar BR 16, porém, na Embrapa 48 este gene foi *up*-regulado nas folhas (Figura B) e nas raízes (Figura D).

Devido à expressão do Glyma12g33320 apresentar *up*-regulação em todos os níveis de estresse nas duas cultivares, é possível indicar que este gene, é um gene-resposta ao estresse por déficit hídrico, tendo em vista que apresentou elevada expressão mesmo na cultivar sensível. Por outro lado, o gene identificado como Glyma08g43270 foi *up*-regulado apenas na cultivar Embrapa 48 e *down*-regulado na cultivar BR 16, sendo um potencial candidato a conferir tolerância ao déficit hídrico, uma vez que se diferenciou apenas no material tolerante. Esse comportamento foi observado tanto em tecidos de folha, bem como de raiz.

Esta diferença de expressão entre genes da família CCCH *zinc finger*, também foi encontrada por Wang et al., (2008), onde foi verificada a expressão de 11 genes de arábidoide, submetidas ao estresse por déficit hídrico e estes apresentaram relação com a resposta a estresses abióticos.

Conclusão

A família CCCH *zinc finger* apresentou inúmeros genes em soja, com expressão alterada em resposta ao déficit hídrico.

Baseado no padrão de expressão desses genes, o Glyma08g43270 foi selecionado como candidato a conferir tolerância ao déficit hídrico, enquanto que o Glyma12g33320 atua nos mecanismos de resposta ao estresse.

Referências

ARAUS, J. L.; SLAFER, G. A; REYNOLDS, M. P; & ROYO, C. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for?. **Annals of Botany**, v. 89, n. 7, p. 925-940, 2002.

CASAGRANDE, E.C.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; OYA, T.; PEDROSO, J.; MARTINS, P. K.; BRETON, M.C.; & NEPOMUCENO, A. L. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 168-184, 2001.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Volume 3 – Safra 2015/2016. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_03_11_15_20_36_boletim_graos_marco_2016.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2016.

CONAB. **Perspectivas para a agropecuária**. Volume 3 - Safra 2015/2016, produtos de verão. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_24_11_44_50_perspectivas_agropecuaria_2015-16_-_produtos_verao.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2016.

PENG, X.; ZHAO, Y.; CAO, J.; ZHANG, W.; JIANG, H.; LI, X.; MA, Q.; ZHU, S.; CHENG, B. CCCH-type zinc finger family in maize: genome-wide identification, classification and expression profiling under abscisic acid and drought treatments. **PLoS one**, v. 7, n. 7, p. e40120, 2012.

RODRIGUES, F.A.; FUGANTI-PAGLIARINI, R.; MARCOLINO-GOMES, J.; NAKAYAMA, T. J.; MOLINARI, H. B. C.; LOBO, F. P.; HARMON F. G.; NEPOMUCENO, A. L. Daytime soybean transcriptome fluctuations during water deficit stress. **BMC genomics**, v. 16, n. 1, p. 1, 2015.

RODRIGUES, F.A.; MARCOLINO-GOMES, J.; CARVALHO, J. F. C.; NASCIMENTO, L. C.; NEUAMIER N.; FARIAS, J. R. B.; CARAZZOLLE, M. F.; MARCELINO, F. C.; NEPOMUCENO, A. L.; Subtractive libraries for prospecting differentially expressed genes in the soybean under water deficit. **Genetics and molecular biology**, v. 35, n. 1, p. 304-314, 2012.

SEOK, H.Y.; WOO, D. H.; PARK, H. Y.; LEE, S.Y.; TRAN, H. T.; LEE, E. H.; NGUYEN, L. V.; MOON, Y. H.; AtC3H17, a non-tandem CCCH zinc finger protein, functions as a nuclear transcriptional activator and has pleiotropic effects on vegetative development, flowering and seed development in Arabidopsis. **Plant and Cell Physiology**, v. 57, n. 3, p. 603-615, 2016.

WANG, D.; GUO, Y.; WU, C.; YANG, G.; LI, Y.; & ZHENG, C.; Genome-wide analysis of CCCH zinc finger family in Arabidopsis and rice. **BMC genomics**, v. 9, n. 1, p. 1, 2008.

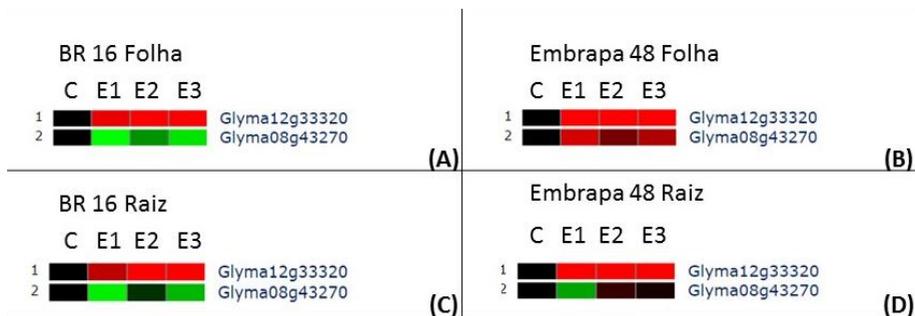


Figura 1. Expressão dos genes Glyma12g33320 e Glyma08g43270 nas folhas e nas raízes de duas cultivares de Soja, representadas pelas colorações: preto (sem alteração), verde (down-regulado) e vermelha (up-regulado). Submetidas a quatro níveis de déficit hídrico: Controle, 0 minutos (C), Estresse de 25-50 minutos (E1) Estresse de 75-100 (E2), Estresse de 100-125 minutos (E3). Determinados nas folhas das cultivares BR 16(A) e Embrapa 48 (B) e nas raízes das cultivares BR 16 (C) e Embrapa 48 (D).

Desenvolvimento de ensaios KASP para seleção genotípica da resistência a *Phakopsora pachyrhizi* em soja

CHICOWSKI, A.S.¹; SILVA, D.C.G. DA²; SANTOS, A. B. DOS²; SANTOS, J. V. M. DOS³; LOPES, I. DE O. N.⁴; ABDELNOOR, R. V.⁴; ARIAS, C.A.A.⁴, MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.⁴

¹Universidade Norte do Paraná, Bolsista do CNPq/PIBIC, aline.chicowski@embrapa.colaborador.br;

²Estagiário, Embrapa Soja; ³Tropical Melhoramento e Genética (TMG); ⁴Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

A soja é uma das bases do agronegócio brasileiro, sendo cultivada em diversas regiões do país e servindo de fonte de renda para pequenos e grandes produtores. A cultura ocupa um lugar de destaque na agricultura nacional, sendo *uma das responsáveis pelo superávit da balança comercial* do país. É também a cultura que mais cresceu no Brasil nos últimos 30 anos (MAPA, 2016).

Diversos fatores causam perdas na produtividade da cultura, dentre eles pragas e doenças. A ferrugem-asiática da Soja (FAS), causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi*, é uma doença altamente destrutiva e agressiva, que onera os custos da produção. Entre os mé-

todos de controle disponíveis, o mais utilizado atualmente é a aplicação de fungicidas. Além deste, nos últimos anos vem sendo adotado o vazio sanitário, um período que vai de meados de junho até meados de setembro, onde em certas regiões produtoras há proibição do plantio de soja, objetivando a diminuição de inóculo. A adoção desse método de manejo em escala nacional deixa clara a importância dessa doença para a cultura (CANAL RURAL, 2016).

A resistência à FAS em soja é caracterizada por lesões castanho avermelhadas, também chamadas RB (do Inglês *Reddish Brown*), e pela ausência de lesões ou imunidade (IM). Já a suscetibilidade é caracterizada por lesões de coloração marrom claro, também chamadas de TAN, e pode ser expressa em gradientes de suscetibilidade ou resistência parcial (MILES et al., 2011).

O uso de cultivares resistentes acarreta a diminuição dos custos de produção, uma melhor eficiência no controle e ainda menor agressão ao meio ambiente. Porém a dificuldade encontrada é que *P. pachyrhizi* apresenta grande variabilidade patogênica, devido à evolução simultânea entre hospedeiro e patógeno e o conseqüente surgimento de novas raças, o que facilita a quebra da resistência (ALZATE-MARIN et al., 2005).

Seis *loci* de resistência independentes foram descritos e mapeados nos cromossomos da soja. Dentre estes, o locus *Rpp3* foi mapeado no cromossomo 6 (HYTEN et al., 2009). Antes, Brogin (2007) e Monteros et al. (2007) haviam mapeado os genes de resistência presentes nas variedades FT-2 e Hyuuga, respectivamente, na mesma localização genômica. Posteriormente, outros trabalhos mapearam nessa mesma região genes de resistência a FAS, em diversos materiais (RAY et al., 2011; HARRIS et al. 2015; HOSSAIN et al., 2015; YAMANAKA et al., 2015), vários dos quais permanecem resistentes ao inóculo presente atualmente no Brasil.

A seleção assistida por marcadores moleculares é vantajosa para programas de melhoramento e importante para o desenvolvimento de

novas cultivares, onde sua principal finalidade é auxiliar o melhorista na seleção de genótipos desejáveis, com máxima eficiência possível, rapidez e com baixo custo (Alzate-Marin et al., 2005).

Os marcadores SNPs (*Single Nucleotide Polymorphisms*) se baseiam na detecção de polimorfismos que resultam da alteração de uma única base no genoma. Para que a variação seja considerada como um SNP, ela tem de ocorrer em pelo menos 1% da população. As principais vantagens dos SNPs são: abundância no genoma, alta repetibilidade, robustez, altamente informativos, sendo passíveis de automatização, o que pode ser considerado sua maior vantagem em programas de melhoramento, já que estratégias de seleção em larga escala vem se tornando prática rotineira em empresas que desenvolvem materiais genéticos.

Objetivou-se neste trabalho a conversão de SNPs do chip SoySNP50K (Illumina), ligados ao gene de resistência *Rpp3*, em ensaios KASP (*Kompetitive Allele Specific PCR*, LGC Genomics), seguida de sua otimização e validação com base em um conjunto de materiais previamente descritos e/ou fenotipados como resistentes e suscetíveis para *Rpp3*, visando a disponibilizar tais marcadores para a seleção assistida de genótipos para a resistência a FAS em programas de melhoramento de soja da Embrapa.

Material e Métodos

Este estudo foi desenvolvido no laboratório de Genética Molecular e Seleção Assistida da Embrapa Soja, em Londrina, PR. Com base em um haplótipo previamente descrito (HARRIS et al., 2015), as sequências genômicas de dois SNPs, denominados ss715594488 e ss715594493, foram obtidas do chip SoySNP50K (<http://soybase.org/>) e alinhadas com o genoma da soja (*Glycine max Wm82.a2.v1*) no *Phytozome V11.0* (<https://phytozome.jgi.doe.gov/pz/portal.html>). As sequências foram então submetidas para a conversão em ensaios da tecnologia KASP (LGC Genomics), que se baseia em uma PCR específica para o alelo de interesse através da competição bi-alélica de SNPs em *loci* específicos. Para a análise dos marcadores, os genótipos seleciona-

dos foram semeados em casa de vegetação, e a extração do DNA foi conduzida em amostras de folhas, conforme descrito em Brumer et al. (2013). As reações de amplificação contendo um *Master Mix Universal* e um *Assay* contendo 3 primers (2 forward e 1 reverse), foram realizadas conforme as recomendações do fabricante no equipamento 7900HT Fast Real-Time PCR System (Applied Biosystems), com algumas modificações para adequação às técnicas já utilizadas no laboratório em etapas anteriores e posteriores à PCR. Para padronização inicial das condições de amplificação, foram utilizados alguns genótipos previamente descritos e/ou fenotipados como resistentes e suscetíveis, bem como padrões de heterozigotos a partir de misturas equimolares do DNA das fontes resistentes e suscetíveis. Posteriormente, visando à validação dos marcadores, um total de 98 materiais (Tabela 1) foram utilizados com o objetivo de verificar a potencial co-segregação dos marcadores com a característica. Destes, 5 são materiais em desenvolvimento no Programa de Melhoramento da Embrapa Soja e foram avaliados fenotipicamente em diversos anos, segundo metodologia descrita em Silva et al. (2008), e 93 foram identificados como resistentes ou suscetíveis com base na literatura (Tabela 1).

O Software *Taqman Genotyper* (Applied Biosystems) foi utilizado para a leitura e análise dos resultados *end point*. Para a análise da concordância entre o fenótipo (assumido como verdadeiro para fins de cálculo) e os genótipos preditos pelo marcador, utilizou-se uma rotina computacional própria, na linguagem Python, resultando em estimativas de acurácia e nas probabilidades de erro. A acurácia é interpretada como a porcentagem de genótipos resistentes e suscetíveis corretamente classificados pelo marcador e é obtida mediante a aplicação da fórmula: $(VR + VS) / (VR + FS + FR + VS)$, em que V = verdadeiro, F = falso, R = resistente e S = suscetível. As taxas de erro do tipo I (falsos resistentes) e do tipo II (falsos suscetíveis) são dadas pelas fórmulas: $FR / (VR + FR)$ e $FS / (VR + FS)$.

Resultados e Discussão

O alinhamento das sequências genômicas dos SNPs ss715594488 e ss715594493 com o genoma da soja resultou em vários *hits*, no entanto, para ambos, houve somente um hit com alto escore (escore de ~ 717 contra escores abaixo de 85 nos outros hits). Tais hits de alto escore alinharam na região do cromossomo 6 da soja, onde anteriormente foi realizado o mapeamento do gene *Rpp3* (HYTEN et al., 2009).

Dentre as adaptações realizadas para garantir elevadodesempenhona-amplificação dos ensaios ss715594488 e ss715594493, destacam-se a mudança de número de ciclos de amplificação adicionando-se 15 ciclos e o uso de DNA oriundo de lise alcalina. Tais adaptações não modificaram os resultados de discriminação alélica dos controles negativos e positivos e ainda permitiram maior fluidez ao processo de análise e sua adequação aos processos de extração de DNA já adotados como rotina no laboratório.

Ambos os marcadores apresentaram excelente dispersão no gráfico de análise, podendo ser observados *clusters* de plantas resistentes, suscetíveis e padrão heterozigoto bem definidos (Figura 1). A acurácia dos marcadores ss715594488 e ss715594493 foi de 86,6% e 85,7%, respectivamente (Tabela 2), indicando a alta concordância entre o fenótipo indicado na literatura e o observado nos testes em laboratório. As probabilidades do erro tipo I para ambos marcadores foram estimadas em 3,7% e 5,4%, e do erro tipo II em 15,9% e 18,9% (Tabela 2). Com base neste resultado, as chances (aproximadamente 17,5%) de se descartar materiais resistentes pelo fato dos mesmos apresentarem um genótipo falso suscetível são maiores do que as chances de se manter um material falso resistente (aproximadamente 5%) com o uso de tais marcadores. Assim, o risco de se manter um material suscetível enganosamente seria aceitável (aproximadamente 5%) em um programa de seleção assistida. Desse modo, mesmo estes resultados sendo preliminares, estes marcadores se apresentaram altamente promissores para serem aplicados na seleção assistida para a resistência a FAS.

Os resultados obtidos até o momento demonstraram potencial de eficiência de seleção para os marcadores testados, com boa concordância entre o esperado e o observado. Espera-se que a eficiência de seleção possa ser aumentada com a inclusão de novos SNPs na região de interesse, juntamente com a ampliação do número de plantas testadas, objetivando verificar a verdadeira habilidade dos marcadores em selecionar genótipos resistentes.

Conclusão

Foi possível a conversão de sequências de SNPs do chip SoySNP50K em marcadores KASP. Os marcadores moleculares testados têm potencial para serem utilizados no programa de melhoramento genético da Embrapa Soja para selecionar o gene *Rpp3* presente em genótipos com diferentes bases genéticas.

Referências

ALZATE-MARIN, A.L.; CERVIGNI, G.D.L.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Seleção assistida por marcadores moleculares visando ao desenvolvimento de plantas resistentes a doenças, com ênfase em feijoeiro e soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 333-342, 2005.

BROGIN, R. L. **Mapeamento de genes de resistência á ferrugem e de QTLs envolvidos na resistência à septoriose em soja**. 2005. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia, área Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BROMFIELD, K. R.; HARTWIG, E. E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, Madison, v. 20, p. 254-255, 1980.

BRUMER, B. B.; MAIA, M. S.; DALCIN, M. B.; KUWAHARA, M. K.; NOVAES, R. M. L.; SILVA, D. C. G.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; ABDELNOOR, R. V. Otimização de um método de extração de DNA eficiente, rápido e de baixo custo de sementes de soja para fins de seleção assistida por marcadores moleculares. In: JORNADA

ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 46-50.

CANAL RURAL. **Confira o período de vazio sanitário na sua região.** Disponível em: <<http://www.projetosojabrasil.com.br/vazio-sanitario-e-principal-arma-de-manejo-contra-a-ferrugem/>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

CHENG, Y. W.; CHAN, K. L. The breeding of 'Tainung 3' soybean. **Journal of Taiwan Agricultural Research**, Taiwan, v. 17, p. 30-35, 1968.

DARBEN, L.M. **Obtenção e caracterização molecular e fenotípica de isolados monouredinais de *Phakopsora pachyrhizi* coletados em diferentes regiões do Brasil.** 2013. 81f.. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

GARCIA, A.; CALVO, E.S.; KIIHL, R.A.S.; HARADA, A.; HIROMOTO, D.M.; VIEIRA, L.G. Molecular mapping of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) resistance genes: discovery of a novel locus and alleles. **Theoretical and Applied Genetics**, v.117, p. 545-553, 2008.

HARRIS, D.K.; KENDRICK, M.D.; KING, Z.R.; PEDLEY, K.F.; WALKER, D.R.; CREGAN, P.B.; BUCK, J.W.; PHILLIPS, D.V.; LI, Z.; BOERMA, H.R. Identification of unique genetic sources of soybean rust resistance from the USDA germplasm collection. **Crop Science**, v. 55, p. 2161-2176, 2015.

HARTWIG, E. E. Identification of a fourth major gene conferring resistance to soybean rust. **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 6, p. 1135-1136, 1986.

HARTWIG, E.E.; BROMFIELD, K.R. Relationships among three genes conferring specific resistance to rust in soybeans. **Crop Science**, Madison, v. 23, p.237-239, 1983.

HOSSAIN, M. M.; AKAMATSU, H.; MORISHITA, M.; MORI, T.; YAMAOKA, Y.; SUENAGA, K.; SOARES, R. M.; BOGADO, A. N.; IVANCOVICH, A. J. G.; YAMANAKA, N. Molecular mapping of Asian soybean rust resistance in soybean landraces PI 594767A, PI 587905 and PI 416764. **Plant Pathology**, London, v. 63, p. 1-10, 2014.

HYTEN, D. L.; HARTMAN, G. L.; NELSON, R. L.; FREDERICK, R. D.; CONCIBIDO, V.C.; NARVEL, J. M.; CREGAN, P. B. Map location of the *Rpp1* locus that confers resistance to soybean rust in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 837-838, 2007.

HYTEN, D.L.; SMITH, J.R.; FREDERICK, R.D.; TUCKER, M.L.; SONG, Q.; CREGAN, P.B. Bulk segregant analysis using the Golden Gate assay to locate the *Rpp3* locus that confers resistance to soybean rust in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 49, p.265-271, 2009.

KIM, K.S.; UNFRIED, J.R.; HYTEN, D.L.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G.L.; NELSON, R.L.; SONG, Q.; DIERS, B.W. Molecular mapping of soybean rust resistance in soybean accession PI 561356 and SNP haplotype analysis of the *Rpp1* region in diverse germplasm. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 125, p.1339-1352, 2012.

LAPERUTA, L. Di C.; ARIAS, C.A.A.; RIBEIRO, A.S.; RACHID, B.F.; PIEROZZI, P.H.B.; TOLEDO, J.F.F. de; PÍPOLO, A.E.; CARNEIRO, G.E. de S. New genes conferring resistance to Asian soybean rust: allelic testing for the *Rpp2* and *Rpp4* loci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1741-1747, 2008.

LI, S.; SMITH, J.R.; RAY, J.D.; FREDERICK, R.D. Identification of a new soybean rust resistance gene in PI 567102B. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 125, p. 133-142, 2012.

MAPA. **Soja**. Brasília, 2016. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

MILES, M.R.; BONDE, M.R.; NESTER, S.E.; BERNER, D.K.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G.L. Characterizing resistance to *Phakopsora pachyrhizi* in soybean. **Plant Disease**, v. 95, p. 577-581, 2011.

MONTEROS, M. J.; MISSAOUI, A. M.; PHILLIPS, D. V.; WALKER, D. R.; BOERMA, H. R. Mapping and confirmation of the 'Hyuuga' red-brown lesion resistance gene for asian soybean rust. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 829-834, 2007.

RAY, J.D.; SMITH, J.R.; MOREL, W.; BOGADO, N.; WALKER, D.R. Genetic resistance to soybean rust in PI 567099A in at or near the Rpp3 locus. **Journal of Crop Improvement**, v. 25, p. 219-231, 2011.

SILVA, D.C.G.; YAMANAKA, N.; BROGIN, R.L.; ARIAS, C.A.A.; NEPOMUCENO, A.L.; DiMAURO, A.O.; PEREIRA, S.S.; NOGUEIRA, L.M.; PASSIANOTTO, A.L.L.; ABDELNOOR, R.V. Molecular mapping of two loci that confer resistance to Asian rust in soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, v.117, p.57-63, 2008.

YAMANAKA, N.; MORISHITA, M.; MORI, T.; LEMOS, G.M.; HOSSAIN, M. M.; AKAMATSU, H.; KATO, M.; YAMAOKA, Y. Molecular mapping of Asian soybean rust resistance in Chinese and Japanese soybean lines, Xiao Jing Huang, Himeshirazu, and Iyodaizu B. **Euphytica**, v. 205, p. 311-324, 2015.

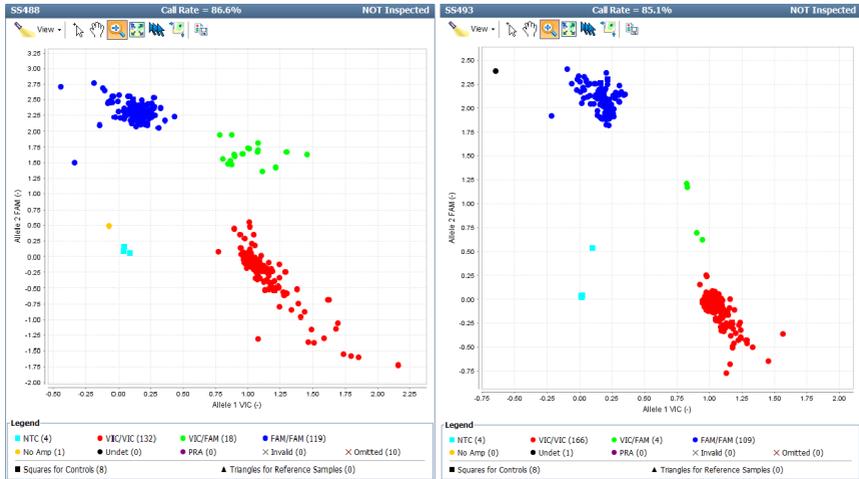


Figura 1. Gráfico de discriminação alélica extraído do software *TaqmanGenotyper*, onde o *cluster* em vermelho representa indivíduos genotipados como Suscetíveis (VIC/VIC), o *cluster* em verde representa indivíduos heterozigotos (VIC/FAM) e o azul indivíduos Resistentes (FAM/FAM). a) Assay ss715594488; b) Assay ss715594493.

Tabela 1. Número de cultivares de soja utilizadas neste estudo, identificados na literatura ou através de avaliação fenotípica local como portadores (resistentes) ou não portadores (suscetíveis) de alelos de resistência *Rpp3*.

Fenótipo	Fonte de informação	Nº materiais	Fenótipo	Fonte de informação	Nº materiais
Suscetível	Bromfield&Hartwig, 1980	1	Resistente	Avaliação fenotípica local	5
	Cheng& Chan, 1968	1		Brogin et al., 2007	1
	Darben, 2013	3		Harris et al., 2015	54
	Garcia et al.,2008	5		Hartwig e Bromfield,1983	1
	Harris et al.,2015	13		Hossain et al., 2015	1
	Hartwig,1986	1		Monteros et al., 2007	1
	Hossain et al.,2015	2		Ray et al., 2011	1
	Kim et al.,2012	4			
	Laperuta et al.,2008	2			
	Li et al.,2012	1			
	Yamanaka et al.,2015	1			
	Total			34	Total

Tabela 2. Resultados da análise de concordância entre genótipos suscetíveis e resistentes.

Marcador	Acuracia	Erro tipo I	Erro tipo II
ss715594488	86.6 %	5.4 %	15.9 %
ss715594493	85.7 %	3.7 %	18.8 %

Determinação do índice de acidez titulável de grãos de soja colhidos na safra 2014/2015

OLIVEIRA, M. A.¹; LORINI, I.¹; MANDARINO, J. M. G.¹; BENASSI, V. T.¹; FRANÇA-NETO, J. B.¹; HENNING, A. A.¹; KRZYZANOWSKI, F. C.¹; HENNING, F. A.¹; HIRAKURI, M. H.¹; LEITE, R. S.¹; OSTAPECHEN, C. F.³; SANTOS, L. E. G.⁴

¹Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR, marceloalvares.oliveira@embrapa.br; ²Analista, Embrapa Soja; ³Estagiário, Embrapa Soja - UNOPAR; ⁴ Estagiário, Embrapa Soja - UTFPR.

Introdução

No ano de 2016 a cultura de soja atingiu 134 anos de existência no Brasil. No início a cultura era apenas exclusividade do Sul do país, porém o avanço do cultivo fez com que ela se disseminasse por diversas regiões brasileiras. Atualmente a diversidade de grãos e o avanço da biotecnologia permitem que esta cultura seja plantada em praticamente todo território brasileiro. Em meado dos anos 1980, a soja avançou pela região central do Brasil, promovendo progresso e desenvolvimento para regiões até então desvalorizadas e desabitadas (FREITAS, 2009).

A cultura da soja continua em expansão no Brasil e na safra 2014/2015 a produção brasileira atingiu 96,228 milhões de toneladas, sendo a estimativa da safra 2015/2016 de 98,981 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), a área de plantio para a safra de grãos de 2015/2016 foi estimada em 59,02 milhões de hectares, sendo que 33 milhões é representado pelo cultivo de soja. Isso faz com que o Brasil se mantenha em entre os maiores exportadores de soja do mundo de acordo com dados da safra de 2013/2014 (SEAB, 2014).

A colheita de soja é realizada anualmente, tendo duração de aproximadamente 40 dias. Após a colheita, os grãos devem passar pelo beneficiamento, retirando-se as impurezas e reduzindo a umidade para 12%, para um armazenamento adequado. Durante o armazenamento, os grãos podem sofrer alterações em sua composição química em razão do ambiente de estocagem, e quanto maior o tempo de armazenagem da soja em silos comuns, maior será o índice de acidez, em função de ações enzimáticas ou de processos oxidativos, e maior será o custo do processo de refino, ocasionado por uma maior adição de insumos e uma maior perda de matéria-prima (óleo) (BORDIGNON, 2009).

Lacerda Filho et al. (2008) afirmaram que para a indústria de óleo, um dos principais fatores a ser observado é a acidez. Esse índice varia naturalmente entre 0,3 e 0,5% quando os grãos estão em formação até a fase de maturação fisiológica. Quando os grãos estão em condição de colheita se inicia o processo degradativo proporcionado por operações inadequadas, tanto nas fases de colheita, beneficiamento e armazenamento, até a fase industrial, onde são toleráveis níveis de até 0,7% de acidez, os quais necessitam ser neutralizados em função do nível de tolerância do mercado de óleo de soja. O índice de acidez também pode ser influenciado por fatores como maturação dos grãos, estocagem, ação enzimática, qualidade dos grãos e processo de extração do óleo (por ação mecânica e/ou por solvente) (CARDOSO et al., 2010).

O índice de acidez está intimamente relacionado com a qualidade da matéria-prima. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio. A decomposição ou rancidez oxidativa dos triacilgliceróis é acelerada por fatores tais como: aquecimento, luz, presença de oxigê-

nio, metais, dentre outros. Assim sendo, a rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres, frequentemente expressos em termos de acidez em grama do componente ácido principal, que no caso da soja é o ácido linoleico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Esses ácidos graxos livres necessitam ser neutralizados em função do nível de tolerância do mercado de óleo de soja ser, de no máximo, 0,05% (O'BRIEN, 2004).

A neutralização dessa acidez, realizada com produtos alcalinos, implica em custos adicionais ao processo de produção. Estudos mostram que as perdas de óleo devido à acidez atingem o dobro do índice de acidez, ou seja, para cada 0,1% de acidez, ocorre uma perda de óleo de 0,2% (FREITAS et al., 2001).

Avaliações do teor de acidez e da qualidade do óleo realizadas por algumas indústrias levam a resultados imperativos para a realização das boas práticas de colheita, pré-processamento, armazenagem e transporte dos grãos, fazendo necessárias também pesquisas para quantificar e qualificar os problemas encontrados no processo de industrialização do óleo de soja (GREGGIO; BONINI, 2014).

O objetivo deste trabalho foi determinar os índices de acidez em amostras de soja coletadas em nove Estados produtores na safra 2014/2015, caracterizando a matéria-prima soja em relação a esse atributo.

Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Melhoramento da Embrapa Soja em Londrina, PR. As amostras de soja utilizadas para determinar os índices de acidez foram provenientes da safra 2014/2015, coletadas em vários municípios brasileiros. Estas amostras analisadas fazem parte do projeto da Embrapa: *QUALIGRÃOS/Caracterização da qualidade tecnológica dos grãos de arroz, milho, soja e trigo colhidos e armazenados no Brasil*, o qual prevê o mapeamento da qualidade dos grãos nas regiões produtoras do país.

As amostras de grãos de soja foram coletadas durante o recebimento dos grãos nas unidades armazenadoras por cerca de 40 dias, de forma representativa conforme preconiza o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007a; 2007b), logo após serem padronizados os níveis de umidade a soja é destinada ao armazenamento. Na unidade armazenadora de grãos, selecionada dentro do município de amostragem, foi retirada uma amostra composta de acordo com o período de recebimento da produção. Após encerrada esta recepção, a amostra foi reduzida por quarteamento para aproximadamente 3,0 kg, identificada e enviada à Embrapa Soja para as análises. Provenientes dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Bahia, somaram 408 amostras de grãos de soja na safra 2014/2015.

No laboratório na Embrapa Soja, cada amostra foi dividida em duas sub-amostras por meio de equipamento homogeneizador/quarteador, destinando uma das sub-amostras de aproximadamente 0,5 kg para determinação do índice de acidez, utilizando o Método Oficial AOCS Ac5-41. 25g de grãos de soja moídos finamente de cada amostra foram adicionados a 50 mL de n-hexano. A extração do óleo ocorreu durante 1h sob agitação constante e moderada em agitador magnético de bancada. Após a extração, o sobrenadante foi filtrado (papel filtro quantitativo), sendo o líquido coletado para redução e evaporação do solvente. O béquer contendo o óleo foi seco em estufa a 100°C durante 30 minutos para completa secagem do solvente, e o óleo obtido ao final foi colocado em tubos para posterior quantificação da acidez. Para a quantificação, 1,5g do óleo extraído de cada amostra foram adicionados a 15 mL de álcool etílico 95%, pH neutro, e 6 gotas de fenoltaleína 1%. A titulação foi realizada com Hidróxido de Sódio 0,1 M, até coloração rósea persistente por aproximadamente 1 minuto. Como prova em branco da titulação, foi titulado um volume de 15 mL do álcool etílico 95%, sem adição de amostra (AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, 2009). Os resultados foram expressos porcentagem.

Para o cálculo dos teores de acidez utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Acidez (\%)} = (G \times 2,82) / MA$$

onde: G = volume gasto de NaOH 0,1M na titulação, já descontado o volume da prova em branco, MA = massa do óleo utilizada na titulação

Resultados e Discussão

A maior média de índice de acidez ocorreu nas amostras oriundas do Estado de Goiás, com índices muito superiores ao 0,7% que a indústria preconiza para o índice ótimo de acidez no grão. (Figura1).

As amostras dos Estados do Sul apresentaram os menores índices de acidez, com destaque para Santa Catarina com uma média de 1,06%, índice esses bem mais próximos do ótimo preconizado pela indústria. De maneira geral, os índices de acidez das amostras do Centro Oeste e Nordeste foram as superiores, seguida do Sudeste e do Sul. Assim sendo, os resultados apontam que regiões mais amenas propiciaram a produção de um grão com menores índices de acidez.

Conclusão

Na safra 2014/2015, os índices de acidez da soja no Brasil diminuíram com o aumento da latitude da área de plantio. Diversos fatores podem estar associados a esses resultados, mas certamente as condições climáticas e o provável menor ataque de percevejos em regiões com clima mais ameno, são os mais prováveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições a seguir nominadas pela colaboração na coleta uniforme e representativa das amostras de soja usadas neste trabalho e que fazem parte do Projeto de Pesquisa QUALIGRÃOS da Embrapa: Cotrijal, Cotriel, Cotripal, Cotribá, Coagrisol, Coopercampos, Cooperalfa, Cotriguaçu, C.Vale, Coopavel, Lar, Copacol, Copagrill, Coagru, Castrolanda, Agrária, Frisia, Capal, Integrada, Cocamar, Coamo, Cocari, Copasul, Copacentro, Caramuru Alimentos, Comigo,

Sindicato Armazéns Gerais de Goiás, Ceagesp, Coopermota, Cooper-citrus, Aprosoja, Copadap, Copamil, Protec, Ufla, Apassul, Aprosc, Apasem, Apps, Apsemg, Aprossul, Aprosmat, Agrosem, Aposem, Abrass, Sementes Adriana, Belagrícola, Sementes Fróes, Sementes Mauá, Sementes Goiás, Sementes Lagoa Bonita, Sementes Brejeiro e Sementes Ellit.

Referências

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**. 6. Ed. Urbana: AOCS, 2009. Method Ac 5-41.

BORDIGNON, B. C. S. **Relação das condições de armazenamento com qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja**. 2009. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CARDOSO, L. G. V.; BARCELOS, M. F. P.; OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, J. A. R.; ABREU, W. C.; PIMENTEL, F. A.; CARDOSO, M. G.; PEREIRA, M. C. A. Características físico-químicas e perfil de ácidos graxos de azeites obtidos de diferentes variedades de oliveiras introduzidas no Sul de Minas Gerais, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p. 127-136, 2010.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**, safra 2015/2016 sétimo levantamento. Abril/2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_07_10_39_11_boletim_graos_abril_2016.pdf> Acesso em: 19 abr. 2016.

FREITAS, M. A.; GILIOLI, J. L.; MELO, M. A. B.; BORGES, M.M. O que a indústria quer da soja? **Revista Cultivar**, Pelotas, v.3, n. 26, p.16-21, 2001. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/gc26_soja.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil- O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola.

Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2009. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

GREGGIO, E. A.; BONINI, E. A. Qualidade do grão de soja relacionada com o teor de acidez do óleo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 7, p. 645-658, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf> Acesso em 14 abr. 2016.

LACERDA FILHO, A. F.; DEMITO, A.; VOLK, M. B. S. **Qualidade da soja e acidez do óleo** (nota técnica). 2008. 5p. Disponível em: <<http://www.sop.eng.br/pdfs/6d2b57671ce672243df5ff377a083fb3.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2014.

O'BRIEN, R. D. Fat and oils. In: O'BRIEN, R.D. (ed.). **Fats and oils formulating and processing for applications**. Boca Raton: CRC Press, 2004. p. 175-232.

SEAB. DERAL. **Soja**: análise da conjuntura agropecuária, novembro de 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/Soja__2014_15.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2016.

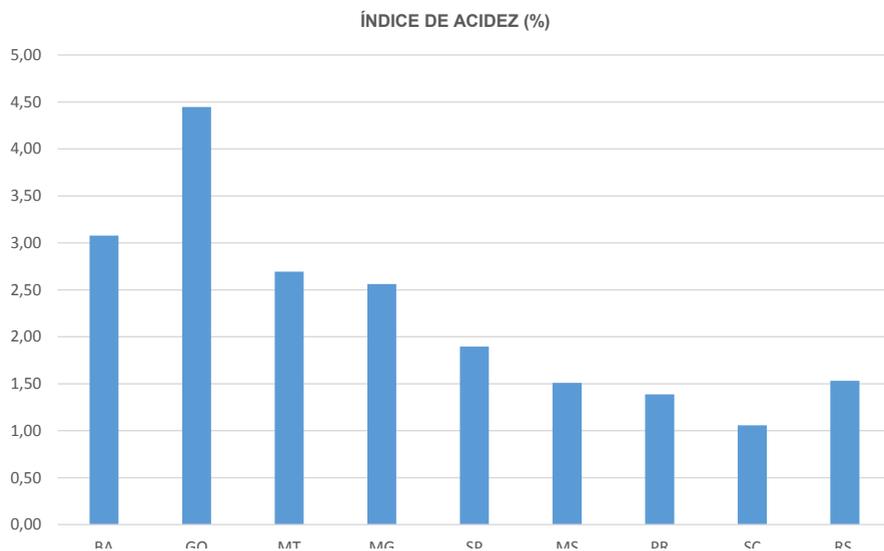


Figura 1. Médias de índice de acidez em porcentagem em amostras de soja coletadas em nove Estados produtores de soja na safra 2014/2015.

Impacto de diferentes tecnologias de aplicação na eficiência do inseticida clorantraniliprole no controle da lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens*, em soja

SITTA, R.B.^{1,5}; ALVES, D.C.S.²; MARTINS, M.R.^{3,6}; LOPES, E.C.^{3,6}; CASAROTO FILHO, J.V.^{1,6}; ADEGAS, F.S.⁴; SOARES, R.⁴; ROGGIA, S.⁴

¹Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL); ²Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), Campus de Toledo; ³Universidade Norte do Paraná (UNOPAR); ⁴Embrapa Soja; ⁵Bolsista PIBIC/CNPQ; ⁶Bolsista FAPED.

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das culturas com maior área cultivada no Brasil. Seu sucesso deve-se a avanços científicos e tecnológicos, uma cadeia produtiva bem estruturada e bons preços dessa commodity nas últimas safras. Na safra 2015/2016 a área nacional ocupada por essa cultura foi estimada de 33,1 milhões de hectares, com a produção de 96,9 milhões de toneladas, correspondendo a uma produtividade de 2,9 t/ha (CONAB, 2016).

Nos dias atuais, uma produção agrícola em grande escala sem a utilização de produtos fitossanitários torna-se cada vez mais difícil, considerando que muitas das perdas causadas se dão em função do ataque de

insetos e doenças (YORINORI, 1986; JULIATTI, 2005). Uma das principais pragas causadoras de danos nas últimas safras é a lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens*, a qual possui um hábito alimentar mutável conforme as diferentes etapas do seu ciclo. Quando neonatas e ainda nos primeiros instares, alimentam-se basicamente de folhas mais novas e menos fibrosas, porém conforme elas vão se desenvolvendo passam a se alimentar das folhas do terço inferior das plantas, estas com características mais fibrosas, com potencial de causar elevado nível de desfolha (HERZOG, 1980).

Um das principais dificuldades para o controle da lagarta-falsa-medideira é o fato de ela ocorrer em maior densidade nas folhas da parte inferior da planta, ficando menos exposta aos inseticidas aplicados para o seu controle (WISCH, 2011). Isso é agravado pelo fato de que os ataques mais severos têm ocorrido durante a fase reprodutiva, quando o dossel da lavoura já está fechado. Tais problemas podem ser minimizados pela utilização de uma correta tecnologia de aplicação de agrotóxicos que proporcione melhor deposição do produto nas folhas da parte inferior da planta.

Neste contexto foi desenvolvido esse estudo com o objetivo de avaliar o impacto e eficiência do inseticida químico clorantraniliprole, pulverizado com diferentes volumes de calda, tipos de emissores em aplicação aérea e terrestre, para o controle da lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens*, em soja.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na safra de 2015/16, na Fazenda Paredão localizada em Sertaneja/PR, na Rodovia 323, com latitude de 50°52'29.5" S, longitude de 22°57'46.9" W, e altitude de 520 metros.

Os tratamentos foram compostos pela combinação de diferentes volumes de calda, e meios de aplicação, sendo trator, avião com bico hidráulico e avião com atomizador, os tratamentos são descritos na Tabela 1.

As pulverizações foram realizadas com o inseticida clorantraniliprole (50mL de Premio[®]/ha), e com o fungicida tebuconazol + picoxistrobina (500 mL de Horos[®]/ha) e o adjuvante Nimbus[®] (0,5% do volume da calda). O experimento foi instalado quando a soja estava no estágio V7, por ser o último estágio em que o produtor ainda não havia aplicado nenhum tipo de inseticida, em parcelas de 60x100m.

Imediatamente após as pulverizações foram coletadas folhas de soja da metade superior e da metade inferior da planta. As folhas foram armazenadas em sacos plásticos e mantidas em caixa de isopor até serem levadas ao laboratório, onde foram mantidas em geladeira até serem utilizadas para montagem do experimento.

Em laboratório, lagartas de segundo instar receberam as folhas coletadas em cada um dos tratamentos e em cada estrato da planta. Cada tratamento era composto por 10 potes plásticos de 200mL contendo uma lagarta e um folíolo de soja como alimento, sendo cinco repetições. Ao longo de sete dias foi realizada a manutenção, limpeza e avaliação da mortalidade das lagartas. Cinco dias após a pulverização foi realizada uma nova coleta de folhas em campo as quais foram oferecidas para um novo grupo de lagartas a fim de avaliar o tempo residual dos produtos aplicados com as diferentes tecnologias de aplicação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e como foi constatada significância para o teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Adicionalmente foi calculada a taxa de mortalidade para cada tratamento e estrato da planta.

Resultados e Discussão

Os dados obtidos indicam boa eficiência do inseticida clorantraniliprole para o controle da lagarta-falsa-medideira (Tabela 2). É importante destacar que foram avaliadas lagartas de segundo instar, uma fase em que habitualmente as lagartas são mais suscetíveis aos inseticidas. Os dados referem-se à mortalidade acumulada de sete dias de exposição das lagartas a folhas pulverizadas em campo.

As melhores eficiências de controle observadas para folhas coletadas na data de pulverização foram com aplicação tratorizada e aérea com atomizador rotativo. A aplicação aérea com bico hidráulico apresentou desempenho inferior os demais diferindo estatisticamente para o volume de 10L/ha e folhas superiores e inferiores, e também para o volume de 30L/ha nas folhas inferiores. Para os tratamentos com aplicação tratorizada e aérea com atomizador rotativo a eficiência de controle, observada nas folhas inferiores, foi idêntica a observada nos folíolos superiores, indicando que essas tecnologias de aplicação proporcionaram boa cobertura de calda também nas folhas inferiores. Porém, no caso da aplicação aérea com bico hidráulico a eficiência reduziu para 50% e 74% para os volumes de 10 L/ha e 30 L/ha respectivamente.

Gotas pequenas são ideais, pois para um mesmo volume de calda as gotas de menor diâmetro se distribuem melhor na superfície da planta e proporcionam uma melhor cobertura do alvo (CUNHA et al., 2006) e maior penetração no dossel da cultura (ANTUNIASSI et al., 2004) demonstrando maior eficiência de controle do tratamento. Porém gotas muito pequenas podem sofrer deriva ou evaporação e gotas muito grandes apresentam problemas devido à tendência de escorrimento e a menor cobertura.

A eficiência de controle observada cinco dias após a pulverização (efeito residual) foi menor do que a obtida no dia da pulverização para todos os tratamentos e estratos da planta, exceto no caso da aplicação aérea com bico hidráulico e folhas inferiores. É possível que nesse caso específico a menor eficiência observada para folhas coletadas na data de pulverização possa estar relacionada à menor deposição de calda nesse estrato. Porém como o produto utilizado (clorantraniliprole) é sistêmico na planta é possível que, com o passar dos dias, o produto tenha sido redistribuído na planta, corrigindo possíveis falhas da tecnologia de aplicação, que determinaram menor controle na data inicial. A melhor eficiência de controle da lagarta-falsa-medideira exposta a folhas coletadas cinco dias após a pulverização foi observada para o tratamento com aplicação aérea com atomizador rotativo, utilizando

volume de calda de 10L/ha, tanto para folhas superiores como folhas inferiores. Os tratamentos que apresentaram desempenho significativamente inferior foram estrato superior e inferior da aplicação tratorizada com 160 L/ha e estrato superior da aplicação aérea com bico hidráulico utilizando 10 L/ha.

Na maior parte dos casos não houve diferença estatística significativa entre os volumes de calda utilizados, analisando-se cada veículo (trator ou avião) e tipo de emissor (bico ou atomizador) em particular. Indicando que, nas condições desse experimento, é possível reduzir o volume de calda de pulverização sem perda de eficiência do inseticida aplicado. É importante destacar que em todos os tratamentos foi utilizado um adjuvante, o que pode ter contribuído para melhorar a qualidade da aplicação, mantendo um bom nível de controle mesmo com a redução do volume de calda de aplicação e com aplicações realizadas em horários críticos do dia. Corroborando com os resultados de FERRARI et al. (2014) que, estudando um inseticida para controle de percevejos em soja, observaram que o uso de adjuvante proporcionou a manutenção da eficiência de controle de uma aplicação tratorizada realizada a tarde com 50 L/ha, comparativamente a aplicação realizada pela manhã, com condições de temperatura e umidade mais favoráveis.

As avaliações do espectro de gotas obtido com cada tratamento, medidas 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 tanto nas folhas superiores como inferiores. 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), considera-se que gotas entre 20 e 50 micrômetros são ideais para o controle de insetos (HIMEL, 1969). Para que a pulverização com inseticida seja eficiente considera-se que um número mínimo de 20-30 gotas/cm² deve atingir a superfície desejada (OZEKI & KUNZ, 1998).

Para permitir a redução do volume de calda das pulverizações aéreas e terrestres 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).

A utilização de adjuvantes a calda de pulverização pode modificar várias características físico-químicas da calda de pulverização; CUNHA & ALVES (2009) destacam a tensão superficial, a tenacidade e o pH da calda com as principais. Os adjuvantes, quando bem usados, podem melhorar a interação do inseticida com a água e corrigir algumas de suas características, como pH, dureza, entre outros, com impactos positivos sobre a eficiência de controle de pragas. Além disso, 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. Tais benefícios podem ter possibilitado que mesmo após cinco dias da pulverização ainda fosse observado bom desempenho dos tratamentos no controle da lagarta-falsa-medideira.

Do ponto de vista do alvo biológico estudado, a lagarta-falsa-medideira, é importante destacar que nesse estudo utilizou-se lagartas de segundo instar, porém em condições de campo, habitualmente a população de lagartas é composta por indivíduos de diversas idades. Lagartas mais velhas tendem a ser menos susceptíveis aos inseticidas. Por outro lado, em campo, podem ocorrer outros fatores de mortalidade como chuva e agentes de controle biológico que podem interagir positiva ou negativamente com os inseticidas aplicados para o controle das lagartas. Assim, é importante que tais resultados sejam validados em condição de infestação natural, em campo.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos conclui-se que a aplicação aérea utilizando atomizador rotativo proporciona desempenho equivalente à aplicação tratorizada com boa eficiência do inseticida clorantraniliprole no controle da lagarta-falsa-medideira, de segundo instar, tanto nas folhas superiores com inferiores da planta. Nas condições do presente experimento, é possível reduzir o volume de calda das pulverizações terrestres e aéreas sem perda de eficiência de controle. Com o passar do tempo o desempenho do inseticida reduz, porém a aplicação aérea com atomizador rotativo usando 10 L/ha manteve bons níveis de eficiência mesmo cinco dias após a pulverização dos produtos em campo.

Referências

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: v.3 - safra 2015/2016 – n.8 – oitavo levantamento, maio 2016.** Brasília: CONAB, 2016. 178p.

CUNHA, J.P.A.R. da. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, v.36, n.5, 2006.

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

FERRARI, F.; ROGGIA, S.; FELIX, L. F. Efeito do volume de calda adjuvante e horário de aplicação sobre a eficiência de controle percevejos da soja. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 9., 2014, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 111-118.

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

HIMEL, C.M. The optimum size for insecticide spray droplets. **Journal of Economic Entomology**, v.62, n.4, p. 919-925, 1969.

JULIATTI, F.C. Perdas causadas por doenças na cultura da soja, com ênfase na ferrugem asiática. In: WORKSHOP DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS: quantificação de perdas no manejo de doenças de plantas, 1., 2005, Viçosa, **Anais ...** Viçosa: UFV, 2005. p. 81-94.

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.

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

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. (ed.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.79-86.

MAZIERO, H. **Estudo de tecnologias de aplicação e inseticidas para o controle de percevejos fitófagos na cultura da soja**. 2006. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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.

YORINORI, J.T. Doenças da soja no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). **A soja no Brasil Central**. 3.ed. Campinas, 1986. p.300-364.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos avaliados: tecnologias de aplicação utilizadas para a pulverização do inseticida químico clorantraniliprole visando o controle da lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens*, em soja. Safra agrícola 2015/16, Sertaneja, PR.

Veículo	Volume de calda	Tipo de emissor
Testemunha	Sem aplicação	Sem aplicação
Trator – pulverizador autopropelido	80 L/ha	Bico hidráulico
Trator – pulverizador autopropelido	160 L/ha	Bico hidráulico
Avião	10 L/ha	Bico hidráulico
Avião	30 L/ha	Bico hidráulico
Avião	10 L/ha	Atomizador rotativo microspin
Avião	30 L/ha	Atomizador rotativo microspin

Tabela 2. Mortalidade (%) da lagarta-falsa-medideira exposta a folhas de soja pulverizadas com o inseticida clorantraniliprole por meio de diferentes tecnologias de aplicação. Safra agrícola 2015/16, Sertaneja, PR.

Tratamento	Folhas superiores		Folhas inferiores	
	0 DAP ¹	5 DAP ²	0 DAP ¹	5 DAP ²
Testemunha	0 c	8 c	2 d	0 c
Trator - bico hidráulico (80L/ha)	100 a	66 ab	96 a	80 a
Trator - bico hidráulico (160L/ha)	100 a	40 b	94 a	40 b
Avião - bico hidráulico (10L/ha)	82 b	50 b	50 c	80 a
Avião - bico hidráulico (30L/ha)	90 ab	64 ab	74 b	78 a
Avião - atomizador (10L/ha)	100 a	80 a	96 a	82 a
Avião - atomizador (30L/ha)	96 a	62 ab	96 a	60 ab
Coefficiente de variação (%)	7	27	9	20

¹ O DAP: folhas coletadas na data da pulverização em campo; ² 5 DAP: folhas coletadas cinco dias após a pulverização em campo.^{1,2} Tratamentos seguidos pela mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, a partir da análise do número de lagartas mortas.

Estudo do avanço da deterioração por umidade em sementes de soja armazenadas em câmara seca e fria

FERREIRA, M.F.¹; KRZYZANOWSKI, F.C.²

¹Centro Universitário Filadélfia, Bolsista FAPED, marianaferreira_1996@hotmail.com; ²Pesquisador Embrapa Soja.

Introdução

A deterioração por umidade é um processo inexorável e irreversível na semente de soja decorrente das condições climáticas durante a sua produção a campo.

Conhecer o estágio de deterioração da semente e monitorar sua evolução é fundamental para o controle de qualidade.

A fase compreendida entre a maturidade fisiológica e ponto adequado para a colheita, pode ser considerada como um período de armazenamento e raramente as condições climáticas são favoráveis para tal (FRANÇA NETO; HENNING, 1984). Nesse período, podem ocorrer danos por umidade nas sementes, que é resultado da exposição dessas em ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas na fase de pós-maturidade. Tais danos apresentam uma maior magnitude, caso ocorram em ambientes quentes, típicos de regiões tropicais e subtropicais.

A deterioração por umidade progride substancialmente durante o armazenamento em condições não controladas de temperatura e umidade. Esse progresso é linear independentemente do nível de vigor do lote de semente (MOREANO et al., 2011).

O armazenamento da semente de soja em câmara seca e fria nas regiões tropicais vem crescendo entre as empresas produtoras de sementes com o objetivo de preservar a qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento. A qualidade das sementes de soja provenientes dessas regiões do Brasil tem sido comprometida pelos elevados índices de deterioração por umidade (KRZYZANOWSKI, 2004).

A qualidade de sementes não pode ser melhorada durante o armazenamento, mas pode ser preservada quando as condições de conservação são favoráveis. Segundo Pádua e Vieira (2001), lotes de sementes com porcentagens de germinação semelhantes, mas com diferentes níveis de vigor, podem apresentar comportamentos diferenciados em relação à deterioração, dependendo das condições de armazenamento.

Informações sobre a evolução da deterioração por umidade nessas condições de armazenamento necessitam serem geradas, pela importância da manutenção da qualidade da semente no período de entressafra e pelo alto custo do investimento nessas instalações.

O teste de tetrazólio é uma ferramenta importante para ser utilizada nesse controle, é um teste rápido e eficaz visto que, permite detectar um grande número de informações inclusive o nível de deterioração por umidade, local de ocorrência na semente e inferir o grau de qualidade da semente.

O trabalho objetivou através do teste de tetrazólio avaliar se ocorre evolução significativa da deterioração por umidade de sementes de soja, armazenadas nas condições de 10 °C e 50% de umidade relativa.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos Dr. Nilton Pereira da Costa, no laboratório de fisiologia de sementes e grãos, localizado na Embrapa Soja, Londrina, PR. As sementes de soja utilizadas para este estudo foram das cultivares como segue na Tabela 1.

Para condução da avaliação da deterioração por umidade das sementes de soja, os lotes foram divididos em quatro repetições, de 6 kg cada uma, através do divisor de amostras Boerner e armazenadas em câmara fria e seca a 10 °C e 50% de umidade relativa.

Para a realização do teste foi utilizado o reagente sal de tetrazólio: 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, em solução com concentração a 0,075% que permite uma coloração adequada nas sementes; placas de petri; lamina de barbear; copinhos de café 50ml; estufa com temperatura de 35 °C à 40 °C; lupa de seis aumentos (6X) com iluminação fluorescente; papel de germinação e refrigerador para armazenagem das amostras. O procedimento empregado para realização do teste de tetrazólio consistiu na embebição de 100 sementes divididas em duas subamostras. A semente foi embebida em papel para germinação umedecido com a quantidade de água equivalente á 2,5 vezes o seu peso, e mantidas nestas condições por um período de 16 horas, na temperatura de 25°C em dessecador com água para manter a umidade. Após a embebição cada subamostra é colocada em copinhos de café 50ml onde são submersas em solução de tetrazólio na concentração de 0,075% e levadas para estufa a 40°C sendo mantidas ali por aproximadamente duas horas, após ser retirada da estufa é lavada em água comum e mantidas submersas nessa água e no refrigerador até sua leitura (FRANÇA NETO et al., 1998).

O teste de tetrazólio foi conduzido em três épocas: no recebimento das amostras em outubro de 2015 e em fevereiro e abril de 2016 para avaliar a evolução dos percentuais de vigor de cada lote ao longo do período de armazenamento considerado.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições, com as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 5\%$). As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa SASM-Agri (CANTERI et al., 2001).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 observa-se os dados completos do teste de tetrazólio para todos os lotes da época 1, apresentando os danos de umidade que, conforme descrita por Moore (1973), resulta da exposição das sementes de soja a ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas na fase final de maturação, antes da colheita. A deterioração por umidade apresenta uma característica muito típica, que é a simetria das lesões em ambos os cotilédones da semente. Os danos mecânicos resultam de impactos físicos durante as operações de colheita, trilha, secagem, beneficiamento, transporte e semeadura das sementes de soja. Há três tipos de danos mecânicos que são facilmente identificados pelo teste de tetrazólio: rachaduras, amassamentos e abrasões. Os danos por percevejo podem afetar seriamente a qualidade da semente de soja, pois, ao se alimentar das sementes de soja, o percevejo as inocula com a levedura *Nematospora coryli* Peglion (SINCLAIR, 1982), que irá, então, colonizar os tecidos das sementes, deteriorando-os, o que resulta em severas reduções de vigor e de viabilidade (BOWLING, 1980; VILLAS BÔAS et al., 1982). Essa infecção forma lesões circulares características, muitas vezes enrugadas e profundas assim pode-se avaliar a qualidade inicial dos lotes e observar sua deterioração durante o tempo. Na cultivar BRS 397, no lote 7 a deterioração por umidade nas classes (1-8) ocorreu de forma elevada, já nos lotes 8 e 11 ocorreu de forma não tão prejudicial; no lote 8 houve um índice mais elevado por dano de percevejo. Na cultivar BRS 1007 IPRO os danos mecânicos foram baixos, os danos de umidade dentro da cultivar ocorreu com o mesmo padrão de deterioração e os 3 lotes da cultivar foram muito atacados por percevejo. Já na cultivar BRS 1010 IPRO no lote 19 nas classes (6-8) houve um índice elevado nos danos mecânicos, o que reduziu o seu vigor. Nas cultivares BRS 399 RR e na cultivar BRS 388 os danos foram lineares dentro de suas cultivares; nos lotes 3, 14 e 16

os danos por percevejo nas classes (1-8) foram altos, mas sem afetar o vigor e a viabilidade.

Na Tabela 3 observa-se os danos de umidade nas 3 épocas, das 5 cultivares e nos 15 lotes. A deterioração por umidade ocorreu, e mesmo que de forma lenta, esse dano progrediu ao decorrer do tempo como se observou na cultivar BRS 397, nos lotes 8 e 11, que confirmou esse resultado durante o período de avaliação. Na cultivar BRS 399 o progresso da deterioração por umidade ocorreu nos três lotes mesmo que os valores não foram significativos. Na cultivar BRS 1007 IPRO isso ocorreu no lote 26 só que da 2ª época para a 3ª época, na cultivar BRS 1010 IPRO a deterioração por umidade não ocorreu, na cultivar BRS 388 a deterioração só progrediu no lote 14.

Na Tabela 3, observa-se que de maneira geral não houve variação significativa na viabilidade dos lotes ao longo do período de armazenamento avaliado, com exceção para os lotes: 35 da cultivar BRS 399 RR, 28 da cultivar BRS 1007 IPRO e o 19 da cultivar BRS 1010 IPRO, onde foi observado reduções dos percentuais de viabilidade da 2ª para a 3ª de avaliação. O potencial de armazenamento da semente de soja é variável entre as cultivares (MARTINS-FILHO, 2001) o que corrobora com as informações obtidas.

Na Tabela 4, observou-se diferenças significativas no vigor das sementes de maneira geral durante o período de armazenamento, com exceção para os lotes: 26 da cultivar BRS 1007 IPRO, 21 da cultivar BRS 1010 IPRO, e para os lotes 3, 14 e 16 da cultivar BRS 388 os quais não apresentaram variação significativa no vigor ao longo do período de armazenamento avaliado. Nos outros lotes obteve significância entre o período de avaliação. A porcentagem de vigor inicial dos lotes no início do período de armazenamento, variou de 82 a 92% considerado um alto nível de vigor. E mesmo com esse potencial ocorreu perda significativa da 1ª para 2ª época como pode ser observado para os lotes: 8 e 11 da cultivar BRS 397, 32 e 34 da cultivar BRS 399 RR, 27 e 28 da cultivar BRs 107 IPRO, 15 da cultivar BRS 1010 IPRO. E também da 2ª para 3ª época nos lotes: 7 da cultivar BRS 397, 35 da cultivar

BRS 399 RR e do lote 19 da cultivar BRS 1010 IPRO, essa tendência também foi observada por Forti et al. (2010). A expectativa era que não houvesse reduções significativas no nível de vigor nas condições controladas de armazenamento de câmara seca e fria (10 °C e 50% de umidade relativa).

Conclusão

A deterioração por umidade é variável entre as cultivares e ocorreu somente em alguns genótipos. A viabilidade é um parâmetro que não se altera até por seis meses de armazenamento, mas o vigor sim.

Existe indicativo para se monitorar a evolução da deterioração por umidade mesmo em condições controladas de câmara seca (50% de umidade relativa) e fria (10 °C).

Referências

- BOWLING, C.C. The stylet sheath as an indicator of feeding activity by the southern green stink bug on soybeans. **Journal of Economic Entomology**, College-Park, v.73, p.1-3, 1980.
- CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A., VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM – AGRI: Sistema para análise e separação de média em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24. 2001.
- FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.123-133. 2010.
- FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular técnica, 9).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

KRZYZANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 1324-1335.

MARTINS-FILHO, S.; LOPES, J.C.; RANGEL, O.J.P.; TAGLIAFERRE, C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente natural em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.201-208. 2001.

MOORE, R.P. Tetrazolium staining for assessing seed quality. In: HEYDECKER, W. (ed.). **Seed ecology**. London: Butterworth, 1973. p.347-366.

MOREANO, T.B.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A., KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; MARQUES, O.J. Changes in the effects of weathering and mechanical damage on soybean seed during storage. **Seed Science and Technology**, v.39, p.604-611. 2011.

PÁDUA, G.P.; VIEIRA, R.D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.255-262. 2001.

SINCLAIR, J.B. **Compendium of soybean diseases**. 2. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1982. 104p.

VILLAS BÔAS, G.L.; GAZZONI, D.L.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; ROESSING, A.C. **Efeito de cinco populações de percevejos sobre diversas características da soja cv. UFV-1**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. 13p. (EMBRAPA-CNPSO. Pesquisa em Andamento, 3).

Tabela 1. Relação das cultivares e lotes utilizados.

Cultivares		LOTES	
BRS397	PGA07	PGA08	PGA11
BRS399RR	PGA32	PGA34	PGA35
BRS1007IPRO	PGA26	PGA27	PGA28
BRS1010IPRO	PGA15	PGA19	PGA21
BRS388	LDB03/15	LDB14/15	LDB16/15

Tabela 2. Resultados dos danos mecânico, umidade e percevejo de semente de soja no teste de tetrazólio em 5 cultivares e 15 lotes. Embrapa Soja, 2016.

	EPOCA 1						
	Lotes	DANO MECANICO		DANO UMIDADE		DANO PERCEVEJO	
		(1-8)	(6-8)	(1-8)	(6-8)	(1-8)	(6-8)
CULTIVAR BRS 397	7	33 NS	6	81 NS	7	7 NS	1
	8	24 NS	4	54 b	1 b	17 NS	1
	11	27 NS	8	52 NS	0	6 NS	0
CULTIVAR BRS399RR	32	20 NS	3	60 b	1a	1 NS	1
	34	19 NS	3	67 NS	2	7 NS	1
	35	21 NS	3	66 NS	2	6 NS	0
CULTIVAR BRS 1007 IPRO	26	13 NS	4	74 NS	1	42 NS	3
	27	10 b	6 a	77 a	0 b	40 NS	3
	28	14 NS	3	72 NS	1	36 NS	3
CULTIVAR BRS 1010 IPRO	15	29 NS	6	71 NS	0	10 NS	1
	19	25 NS	12	72 NS	1	20 NS	1
	21	20 NS	3	69 NS	0	18 NS	1
CULTIVAR BRS 388	3	28 NS	6	81 NS	3	18 NS	1
	14	33 NS	6	80 NS	1	15 NS	0
	16	26 NS	6	73 NS	1	19 NS	2

Médias seguidas da mesma letra na coluna dentro de cada cultivar, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Resultados dos danos por umidade das épocas 1, 2 e 3 de semente de soja no teste de tetrazólio em 5 cultivares e 15 lotes. Embrapa Soja, 2016.

	DANOS POR UMIDADE						
	LOTES	EPOCA 1		EPOCA 2		EPOCA 3	
		(1-8)	(6-8)	(1-8)	(6-8)	(1-8)	(6-8)
CULTIVAR BRS 397	7	81 NS	7	72 b	3 a	65 c	4 a
	8	54 b	1 b	67 a	2 b	72 NS	5
	11	52 NS	0	61 b	1 a	71 NS	2
CULTIVAR BRS399RR	32	60 b	1a	65 b	1 a	71 NS	2
	34	67 NS	2	67 NS	2	69 NS	3
	35	66 NS	2	59 b	3 a	71 NS	2
CULTIVAR BRS 1007 IPRO	26	74 NS	1	74 NS	1	79 NS	2
	27	77 a	0 b	73 NS	1	77 NS	0
	28	72 NS	1	73 NS	2	64 b	1 a
CULTIVAR BRS 1010 IPRO	15	71 NS	0	66 NS	1	65 NS	1
	19	72 NS	1	63 b	1 a	58 b	1 a
	21	69 NS	0	72 NS	1	57 b	1 a
CULTIVAR 388	3	81 NS	3	74 NS	2	74 NS	4
	14	80 NS	1	69 b	1 a	81 NS	2
	16	73 NS	1	58 b	1a	64 b	1 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna dentro de cada cultivar, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Resultados de viabilidade de semente de soja no teste de tetrazólio em 5 cultivares e 15 lotes. Embrapa Soja, 2016.

TETRAZOLIO / VIABILIDADE			
CULTIVAR BRS 397		LOTES	
EPOCAS	7	8	11
1	93 NS	95	96
2	93 NS	93a	94
3	92 NS	91	94
CV	1,59%	2,55%	2,19%
CULTIVAR BRS399RR	LOTES		
EPOCAS	32	34	35
1	97 NS	95	95
2	95 NS	93	94
3	95 a	91 a	91 b
CV	2,02%	1,91%	2,16%
CULTIVAR BRS 1007 IPRO	LOTES		
EPOCAS	26	27	28
1	93 NS	94	96
2	93 NS	94	94
3	92 a	92 a	91 b
CV	2,79%	2,85%	1,55%
CULTIVAR BRS 1010 IPRO	LOTES		
EPOCAS	15	19	21
1	95 NS	95	98
2	94	92	97
3	94 a	87 b	96 a
CV	2,31%	2,29%	1,79%
CULTIVAR 388	LOTES		
EPOCAS	3	14	16
1	91 NS	95	95
2	91 NS	94	93
3	90 NS	93	93
CV	3,25%	2,65%	2,19%

Médias seguidas da mesma letra na coluna dentro de cada cultivar, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Resultados de vigor de semente de soja no teste de tetrazólio em 5 cultivares e 15 lotes. Embrapa Soja, 2016.

TETRAZÓLIO / VIGOR			
CULTIVAR BRS 397		LOTES	
ÉPOCAS	7	8	11
1	85 NS	87	91
2	85 a	84 b	86 b
3	80 b	82 b	86 b
CV	2,62%	2,28%	2,76%
CULTIVAR BRS399RR		LOTES	
ÉPOCAS	32	34	35
1	92 NS	89	89
2	87 b	84 b	87 a
3	85 b	83 b	82 b
CV	3,32%	3,96%	3,00%
CULTIVAR BRS 1007 IPRO		LOTES	
ÉPOCAS	26	27	28
1	82 NS	88	90
2	82 a	80 b	81 b
3	78 a	79 b	78 b
CV	3,94%	3,92%	2,42%
CULTIVAR BRS 1010 IPRO		LOTES	
ÉPOCAS	15	19	21
1	90 NS	88	31
2	86 b	87 a	90 a
3	84 b	76 b	90 a
CV	2,87%	2,93%	4,47%
CULTIVAR 388		LOTES	
ÉPOCAS	3	14	16
1	83 NS	87	89
2	82 NS	86	85
3	80 NS	85	85
CV	4,65%	5,17%	3,31%

Médias seguidas da mesma letra na coluna dentro de cada cultivar, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Reação de genótipos de girassol para resistência a *Sclerotinia sclerotiorum* em condições de campo na safrinha 2015

CAMPOS, V. L. de O.¹; OLIVEIRA, M. C. N. de²; LEITE, R.M.V.B.C.²

¹Curso de Agronomia, UNOPAR, Londrina, PR; ²Pesquisadora, Embrapa Soja, Londrina, PR. e-mail: regina.leite@embrapa.br

Introdução

No Brasil, as lavouras de girassol semeadas imediatamente após a colheita da safra de verão, nos meses de fevereiro a maio, ou seja, na “safrinha”, podem ficar expostas às condições de umidade e temperatura favoráveis ao desenvolvimento da podridão branca de capítulo e haste, também conhecida como mofo branco, causada por *Sclerotinia sclerotiorum* (LEITE et al., 2000).

No mundo, esse fungo é considerado o patógeno mais importante para o girassol e está distribuído em todas as regiões produtoras. A podridão branca pode causar a queda de aquênios ou do capítulo, resultando em perda total da produção. Além desses prejuízos, o fungo persiste durante muitos anos no solo, na forma de estruturas de resistência denominadas escleródios, tornando-se um problema permanente para

o girassol e para outras espécies suscetíveis cultivadas na mesma área (MASIREVIC; GULYA, 1992; ZIMMER; HOES, 1978).

Sclerotinia sclerotiorum pode causar sintomas nos diferentes órgãos da planta de girassol. Na base da haste, o primeiro sintoma observado é uma murcha súbita da planta sem lesões foliares. A lesão na haste é marrom-clara, mole e encharcada, podendo ser recoberta com o micélio branco. Muitos escleródios são encontrados dentro da porção colonizada na haste. Os sintomas da podridão do capítulo caracterizam-se por lesões pardas e encharcadas no lado dorsal do capítulo, com micélio branco cobrindo porções dos tecidos. Um grande número de escleródios é encontrado no interior do capítulo. No final, ocorre a completa desintegração do capítulo, com os elementos vasculares fibrosos expostos, assemelhando-se a uma vassoura. Massas de aquênios e escleródios caem na base da planta (MASIREVIC; GULYA, 1992; ZIMMER; HOES, 1978).

O controle da podridão branca é dificultado por causa da permanência de escleródios viáveis por um longo tempo no solo, do fato de que os ascósporos que produzem a infecção aérea podem ser provenientes de escleródios existentes a longas distâncias, da falta de controle químico eficaz e da alta suscetibilidade dos genótipos de girassol cultivados (GULYA et al., 1997). A resistência genética à podridão basal e à podridão do capítulo tem sido estudada em vários países, inclusive no Brasil (LEITE, 2005; LEITE et al., 2007; LEITE et al., 2011; LEITE e OLIVEIRA, 2013) e esforços têm sido empreendidos em programas de melhoramento de todo o mundo visando encontrar resistência ao patógeno (GULYA et al., 1997).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a reação de genótipos de girassol à podridão branca causada por *S. sclerotiorum*, no colo e no capítulo, em condições de campo, na safrinha 2015.

Material e Métodos

Dezoito cultivares de girassol foram avaliadas quanto à resistência à podridão branca no colo e no capítulo, em condições de campo, em experimento implantado em maio de 2015, no município de Mauá da Serra, PR.

O experimento seguiu o delineamento de blocos ao acaso, com 18 genótipos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 4 m, espaçadas de 0,80 m, onde foram deixadas 3,5 plantas por metro linear. A implantação e a condução do girassol seguiram as recomendações feitas para a cultura, incluindo adubação na semeadura e de cobertura, capinas, pulverização contra insetos e irrigação, quando necessárias.

Não houve inoculação artificial de *S. sclerotiorum*, já que a doença ocorreu por infecção natural das plantas pelo fungo. O patógeno foi identificado por meio de isolamento em laboratório e inoculação em plantas em casa de vegetação.

As avaliações de incidência da doença no colo e no capítulo foram realizadas semanalmente, após o início do aparecimento dos sintomas, nas duas linhas centrais de cada parcela, descartando 0,5 m de cada extremidade da linha.

Para efeito de análise estatística, os resultados de incidência final da doença no colo e no capítulo, aos 120 e 150 dias após a emergência, respectivamente, foram submetidas à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, depois de avaliadas as pressuposições de normalidade e independência dos resíduos, aditividade do modelo e homogeneidade das variâncias dos erros dos tratamentos.

Resultados e Discussão

A avaliação das plantas indicou que a doença foi favorecida pelas condições climáticas de baixa temperatura e alta umidade, ocorrida na região na época de condução do experimento, na safrinha de 2015. A incidência da doença no colo variou de 0% a 21,83% de plantas

afetadas, com média de 3,55%. A incidência da doença no capítulo foi maior, variando de 3,14% a 43,60% (média de 14,40%).

O genótipo BRS 321 foi o que apresentou maior incidência da doença no colo, seguido por BRS 387. Os demais apresentaram baixa incidência da doença no colo (menor que 6%), juntamente com M 734, SYN 3950HO e GNZ Neon, que não apresentaram sintomas no colo.

Os genótipos Embrapa 122, Aguará 06, BRS G30, CF 101, BRS 323, M 734, Syn 045, SYN 3950HO e GNZ Neon destacaram-se nas condições do experimento, por apresentar menores incidências da podridão branca no capítulo, mesmo em condições altamente favoráveis para a doença.

Os resultados indicaram que todos os genótipos de girassol avaliados foram suscetíveis a *S. sclerotiorum*, podendo ser afetados no colo e/ou no capítulo, como já observado anteriormente com materiais comerciais cultivados no Brasil ou em fase final do melhoramento genético (LEITE, 2005; LEITE et al., 2007; LEITE et al., 2011; LEITE e OLIVEIRA, 2013). De fato, muitos trabalhos indicam a falta de imunidade do girassol cultivado e de outras espécies selvagens, semelhante ao que se observa em todas as espécies de plantas que são afetadas por *S. sclerotiorum* (GULYA et al., 1997). A resistência do girassol à *S. sclerotiorum* é parcial e comandada por múltiplos genes. O comportamento do mesmo genótipo pode diferir, dependendo do modo de ataque do fungo, ou seja, um genótipo pode apresentar um nível de resistência elevado para a podridão basal e ser muito sensível à podridão do capítulo. Além disso, os genes que se expressam em uma fase de desenvolvimento da planta podem ser ineficazes em outro estágio (DAVET et al., 1991).

Os dados confirmam a observação de que não existem, até o presente, híbridos ou variedades comerciais que possuam nível de resistência adequado para cultivo em condições favoráveis à doença (MASIREVIC; GULYA, 1992; LEITE, 2005; LEITE et al., 2007; LEITE et al., 2011; LEITE et al., 2013). Esforços devem ser empreendidos para prevenir a

ocorrência da doença, evitando-se épocas e locais de maior favorabilidade climática para a doença.

Conclusão

Todos os genótipos de girassol avaliados são suscetíveis a *S. sclerotiorum*, sendo afetados no colo e/ou no capítulo.

Agradecimentos

Aos técnicos Allan M. Flausino e Roberval A. Fagundes, pelo auxílio na condução do experimento.

Referências

DAVET, P.; PÉRÈS, A.; REGNAULT, Y.; TOURVIEILLE, D.; PENAUD, A. **Les maladies du tournesol**. Paris: CETIOM, 1991. 72p.

GULYA, T.J.; RASHID, K.Y.; MASIREVIC, S.M. Sunflower diseases. In: SCHNEITER, A.A. (Ed.). **Sunflower technology and production**. Madison: American Society of Agronomy, 1997. p. 263-379.

LEITE, R.M.V.B.C. Avaliação da resistência de genótipos de girassol à podridão branca (*Sclerotinia sclerotiorum*) em condições de campo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16., Londrina, 2005. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 105-107.

LEITE, R.M.V.B.C.; OLIVEIRA, F.A. de; CASTRO, C. Reação de genótipos de girassol à podridão branca (*Sclerotinia sclerotiorum*) em condições de campo, em 2005 e 2006. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 17., Uberaba, 2007. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2007. p. 32-35.

LEITE, R.M.V.B.C.; OLIVEIRA, M.C.N. de. Reação de genótipos de girassol à podridão branca (*Sclerotinia sclerotiorum*) em condições de campo, em 2012 e 2013. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 20., Cuiabá, 2013. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 70-73.

LEITE, R.M.V.B.C.; OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V.; CASTIGLIONI, V.B.R. Incidência da podridão branca causada por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol semeado após a colheita da safra de verão, no Estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, p. 81-84, 2000.

LEITE, R.M.V.B.C.; DORIGHELLO, D.V.; MELLO, F.E.; OLIVEIRA, M.C.N. Reação de genótipos de girassol à podridão branca (*Sclerotinia sclerotiorum*) em condições de campo, em 2009 e 2010. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 19., Aracaju, 2011. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. p.159-162.

MASIREVIC, S.; GULYA, T.J. *Sclerotinia* and *Phomopsis* - two devastating sunflower pathogens. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 30, p. 271- 300, 1992.

ZIMMER, D.E.; HOES, J.A. Diseases. In: CARTER, J.F. (Ed.). **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1978. p. 225-262.

Tabela 1. Reação de 18 genótipos de girassol à podridão branca, causada por *S. sclerotiorum*, inoculados no colo e no capítulo, avaliados em condições de campo. Mauá da Serra, 2015.

Genótipo	Plantas com sintomas no colo (%)	Plantas com sintomas no capítulo (%)
ADV 5504	0,89 c	43,60 a
BRS G43	1,00 c	29,33 b
Aguara 04	2,00 c	24,83 b
Helio 251	0,06 c	17,77 c
MG 305	2,04 c	16,96 c
BRS 321	21,83 a	16,93 c
BRS 387	13,82 b	15,09 c
Helio 250	3,00 c	14,60 c
MG 360	6,17 c	13,58 c
Embrapa 122	1,53 c	11,11 d
Aguara 06	0,93 c	10,14 d
BRS G30	0,96 c	9,04 d
CF 101	2,05 c	8,40 d
BRS 323	4,14 c	8,18 d
M 734	0,00 c	6,73 d
Syn 045	3,77 c	5,81 d
SYN 3950HO	0,00 c	3,88 d
GNZ Neon	0,00 c	3,14 d
Media	3,55	14,40

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5 % de probabilidade.

Perfil de ácidos graxos de híbridos de girassol cultivados em Londrina

CALDEIRA, A.¹; FUJII, L.H.²; CARVALHO, C.G.P. DE³; MANDARINO, J.M.G.³; LEITE, R.S.⁴

¹ UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq; ² UTFPR, Bolsista PIBIC/CNPq; ³ Pesquisador, Embrapa Soja, portela.carvalho@embrapa.br; ⁴ Analista, Embrapa Soja

Introdução

A qualidade nutricional de um óleo está relacionada à sua composição de ácidos graxos. O consumo regular de óleo com altos teores dos ácidos linoleico ou oleico na dieta pode reduzir os níveis de colesterol e, por consequência, diminuir os riscos de doenças cardiovasculares (MILLER et al., 1987).

No óleo das sementes de girassol, os ácidos linoleico e oleico constituem, aproximadamente, 90% do total dos ácidos graxos (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ et al., 1989). Estes teores podem ser influenciados pelas condições ambientais, principalmente pela temperatura mínima durante a fase de enchimento de grãos (PURDY, 1986).

Para o girassol convencional (girassol não mutante), Grunvald et al. (2013) encontraram teores variados de ácido oleico: cerca de 60%,

em sementes cultivadas nas regiões brasileiras próximas a latitudes de 0° S; de 20%, em latitudes próximas a 23° S; e de 25 a 40% em latitudes intermediárias. Para o girassol alto oleico (girassol mutante), Grunvald et al. (2013) encontraram teores de ácido graxo oleico acima de 80%, independentemente da latitude.

As sementes de girassol avaliadas por Grunvald et al. (2013) em latitudes próximas a 23° S foram cultivadas em condições de segunda safra, cuja temperatura mínima variou entre 10 a 13° S. Contudo, em regiões próximas a esta latitude, o girassol pode ser cultivado também em condições de safra, com temperaturas mínimas mais elevadas, como ocorre em Londrina.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o perfil de ácidos graxos de híbridos de girassol semeados em condições de safra em Londrina, PR, no ano de 2014.

Material e Métodos

Foi avaliado o perfil de ácidos graxos presentes no óleo de sementes de híbridos de girassol convencional e alto oleico produzidas em um ensaio conduzido em Londrina.

O ensaio foi realizado de acordo com delineamento experimental de blocos completamente casualizados, com duas repetições. A semeadura ocorreu em setembro de 2014 e cada parcela (repetição) foi constituída por quatro linhas de 6 m, com espaçamento de 0,8 m. As duas linhas externas de cada parcela (bordaduras) foram descartadas, assim como 0,5 m de cada extremidade das duas linhas centrais, o que delimitou uma área útil de 8 m². Para possibilitar o melhor desenvolvimento das plantas foram realizados os tratos culturais preconizados para a cultura de girassol tais como adubação e capina, dentre outros.

Os híbridos avaliados foram: MG 360, Helio 251, GNZ Neon, Aguará 06, BRS G30, BRS 323, CF 101, BRS G43, ADV 5504, Aguará 04, Helio 250, Syn 045, M 734. Todos os híbridos são convencionais, exceto ADV 5504, que é alto oleico.

Os teores dos ácidos graxos oleico, linoleico, palmítico e esteárico foram determinados por cromatografia gasosa (CG), de acordo com a metodologia preconizada pela American Oil Chemists' Society – AOCS (WALKER, 1980).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e os teores dos ácidos graxos dos híbridos foram comparados pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas por meio do software Genes (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

A temperatura mínima durante a formação do óleo nas sementes dos híbridos foi, em média, de 20,5 °C. Nestas condições, houve diferença estatística entre híbridos, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), para os teores dos ácidos graxos determinados (Tabela 1).

Para os híbridos convencionais, os valores médios dos ácidos graxos foram similares aos obtidos nas condições de segunda safra na região central do Brasil por Grunvald et al. (2013). Para o ácido palmítico, os valores variaram entre 4,2% (GNZ Neon) e 5,6% (Helio 251). Para o ácido esteárico, a variação foi de 2,9 (BRS G43) a 4,4 (MG 360). Os valores mínimo e máximo para o ácido oleico foi de 29,1 (Helio 251) e 42,8 (BRS G43) e para o ácido linoleico foi de 49,1 (BRS G43) e 63,3 (Helio 250).

O híbrido alto oleico apresentou teor de ácido oleico superior ao dobro do valor encontrado, na média, nos híbridos convencionais; já os teores dos ácidos palmítico e linoleico foram os mais baixos entre todos os genótipos, enquanto o ácido esteárico alcançou valores intermediários.

Conclusão

Houve efeito de genótipo no perfil dos ácidos graxos do óleo de girasol semeado na safra de 2014 em Londrina, PR.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo ao primeiro autor do trabalho.

Referências

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006. 285p.

FERNÁNDEZ-MARTINEZ, J.; JIMENEZ, A.; DOMINGUEZ, J.; GARCIA, J.M.; GARCES, R.; MANCHA M. Genetic analysis of the high oleic content in cultivated sunflower. **Euphytica**, Wageningen, v.27, p.923-936, 1989.

GRUNVALD, A.K.; CARVALHO, C.G.P.; LEITE, R.S.; MANDARINO, J.M.G.; ANDRADE, C.A.B.; AMABILE, R.F.; GODINHO, V.P.C. Influence of temperature on the fatty acid composition of the oil from sunflower genotypes grown in tropical regions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v.90, n.4, p.545-553, 2013.

MILLER, J.F.; ZIMMERMAN, D.C.; VICK, B.A. Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. **Crop Science**, Madison. v.27, n.5, p.923-926, 1987.

PURDY, R.H. High oleic sunflower: physical and chemical characteristics. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago. v.63, n.8, p.1062-1066, 1986.

WALKER, R. O. (Ed.) **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 4th. ed. Champaign: American Oil Chemists' Society, 1980.

Tabela 1. Perfil de ácidos graxos de híbridos de girassol semeados em Londrina, PR, em 2014.

Genótipo	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico
ADV 5504 (alto oleico)	3,4 d	3,3 e	87,1 a	5,6 f
Aguará 04	5,1 b	2,8 g	31,1 e	60,4 b
Aguará 06	4,9 b	3,2 e	34,1 d	57,1 c
BRS 323	4,8 b	3,3 e	39,3 c	52,1 e
BRS G30	5,4 a	3,5 d	31,3 e	59,3 c
BRS G43	4,8 b	2,9 g	42,8 b	49,1 e
CF 101	4,4 c	3,1 f	36,3 c	55,7 d
GNZ Neon	4,2 c	3,6 d	41,7 b	49,9 e
Helio 250	5,3 a	3,4 d	27,4 f	63,3 a
Helio 251	5,6 a	4,0 b	29,1 f	60,8 b
M 734	4,9 b ¹	3,8 c	37,8 c	52,9 d
MG 360	4,9 b	4,4 a	35,0 d	54,9 d
Syn 045	5,0 b	3,5 d	40,4 b	50,6 e
Média dos convencionais	4,9	3,4	35,5	55,5

¹ Média dos híbridos, excluindo valor obtido pelo ADV 5504 (alto oleico), ² Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Agrupamento de cultivares de trigo para a produtividade e adaptabilidade em diferentes locais do Paraná e do Mato Grosso do Sul utilizando o GGEPILOT

MANTOVANI, W.H.L.¹; OLIVEIRA, M.C.N. DE.²; BASSOI, M.C.²

¹Universidade Norte do Paraná; ²Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é um dos principais cereais utilizados na alimentação humana, participando com aproximadamente 32% da produção mundial de grãos (COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2003). Os grãos de trigo são de grande importância para o Brasil devido à crescente demanda da população brasileira por seus derivados. A produção de trigo em 2015 foi estimada em 5.534,9 mil toneladas ante a primeira avaliação de 7,0 milhões de toneladas (CONAB, 2016). Houve uma redução na produção causada pelo clima na cultura de trigo nas zonas de produção da região Sul do Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul. O primeiro levantamento de intenção de plantio para a safra 2016 mostra uma estimativa de área de 2.103 ha, significando um recuo de 14,1% em nível global e de 14,6% na região Sul, responsável por 92% do cultivo no Brasil (CONAB, 2016).

O programa de melhoramento de trigo da Embrapa no Paraná tem sido vitorioso nos últimos anos, no sentido de contribuir com cultivares de elevado potencial produtivo, de expressiva resistência a doenças e adaptabilidade a diferentes ambientes (FOLONI; BASSOI, 2015).

Em geral, as pesquisas com trigo envolvem várias regiões, diferentes locais e anos de experimentação, apresentando um grande volume de dados. Para reduzir a dimensão do banco de dados utilizam-se os métodos multivariados, que permitem em poucos componentes explicar e identificar o local em que se observam os cultivares com maiores produtividades. A Análise de Componentes Principais (ACP) e o gráfico biplot são ferramentas importantes para auxiliar na interpretação dos resultados de pesquisa. Simultaneamente, os efeitos de genótipos e variáveis respostas ou os efeitos de genótipo e ambiente, foi utilizado o software GGEBILOT para estas análises (YAN & TINKER, 2006). A utilização de técnicas multivariadas aliada a análises gráficas, em complemento e/ou substituição a análises univariadas, facilita a observação das interações complexas que envolvem os dados de pesquisa agrônômica (MA et al., 2004), permitindo melhor interpretação e geração de informação resumida (SENA et al., 2002). Um pré-requisito para a aplicação de um método multivariado é que exista correlação entre variáveis respostas ou entre níveis de fatores.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a adequação da análise de componentes principais (ACP), com uso do programa GGEBILOT, para o agrupamento de cultivares de trigo em função da produtividade, nos diferentes locais do Paraná e do Mato Grosso do Sul e apresentação do biplot dos dados. Os dados foram padronizados com o programa Statistica. Os dois primeiros componentes principais obtidos pelo biplot poligonal explicaram 73,9% da variância total explicada. Os cultivares com maior produtividade foram: BRS Galha Azul, Quartzo, BRS Sabiá, IPR Catuara TM e BRS 220.

Materiais e Métodos

Neste experimento, foram avaliadas 16 cultivares de trigo em 15 locais dos Estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul quanto a produtividade no ano agrícola 2010, a saber: BR 18, BRS 220, BRS 208, BRS Tangará, BRS Pardela, BRS Sabiá, IPR 85, IPR 128, IPR 130, IPR 136, IPR 144, IPR Catuara TM, Quartzo, BRS Gaivotas, BRS Gralha Azul e CD 104. Essas cultivares foram instaladas nos seguintes locais em uma ou duas semeaduras: Cambará (01/04 e 15/04), Londrina (07/04, 21/04 e 03/05), Warta (05/04, 20/04 e 05/05), Cruzmaltina (22/04 e 11/05), Palotina (19/04 e 03/05), Dourados Irrigado e Dourados Sequeiro (16/04) e Maracajú (26/04). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Foram considerados para o cultivo do trigo no Paraná: o tipo de solo, profundidade, número de sementes e épocas de semeaduras, de acordo com as indicações do Zoneamento Agrícola de Risco Climático do Mapa, para a cultura de trigo ano 2010. Para melhor compreender o efeito dos cultivares nos diferentes ambientes, sobre a variável produção, em kg ha^{-1} , foi aplicado o método multivariado pela Análise de Componentes Principais (ACP) e o gráfico biplot, com o software GGEBILOT (YAN; KANG, 2003; MINGOTI, 2007). Esse software é utilizado para avaliar a interação genótipo-ambiente ou qualquer outro conjunto de dados, como uma tabela de dupla entrada. O biplot foi originalmente proposto por Gabriel (1971), como uma ferramenta gráfica para apresentar os resultados da ACP. É um gráfico de dispersão que mostra graficamente uma matriz de *rank-2* por linhas (cultivares) e colunas (ambientes). Essa metodologia, proposta por Yan e Rajcan (2002), permite a decomposição do valor singular dos dois primeiros componentes principais (DVS), ou seja, são decompostas uma matriz em três partes: valores singulares, autovetores coluna e autovetores linhas, sendo o valor singular da matriz uma matriz diagonal. O biplot é formado com os escores de CP1 na abcissa e os escores de CP2 da ordenada para cada grupo de tratamento e cada variável. Esses componentes principais podem ser expressos pelo modelo abaixo (YAN; RAJCAN, 2002):

$$\frac{T_{ij} - \bar{T}_j}{s_j} = \lambda_1 \phi_{i1} \tau_{j1} + \lambda_2 \phi_{i2} \tau_{j2} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

em que,

T_{ij} é o valor médio dos cultivares i para o ambiente j ,

\bar{T}_j é o valor médio do ambiente j sobre a média geral dos cultivares,

s_j é o desvio padrão dos locais j entre médias dos cultivares,

ϕ_{i1} e o ϕ_{i2} são os escores dos componentes principais CP1 e CP2 respectivamente, para o cultivar i ,

τ_{j1} e o τ_{j2} são os escores CP1 e CP2, associados aos ambientes j e,

ε_{ij} é o resíduo do modelo associado aos cultivares i nos ambientes j .

Resultados e Discussão

Os coeficientes de correlação de Pearson (r) das produtividades entre as cultivares e os diferentes locais foram significativos pelo teste t ($p \leq 0,05$), condição necessária para dar continuidade ao estudo multivariado. O menor valor ($r = 51$) das produtividades ocorreu entre o local Dourados Irrigado (16/04) e Warta (20/04). O maior valor ($r = 89$) ocorreu para as produtividades dos locais Warta (20/04) e Warta (05/05), todos os coeficientes positivos (Tabela 1).

Os autovalores para os três primeiros componentes principais foram: 9,13; 1,95 e 1,66. De acordo com Kaiser (1960), devem ser aceitos os autovalores iguais ou superiores a unidade, mas na prática devido a impossibilidade de avaliar o biplot em terceira dimensão serão utilizados somente os dois primeiros componentes principais. O primeiro componente explica CP1 = 60,86% e o segundo CP2 = 12,98% totalizando 73,85% da variância total explicada entre os diferentes locais (Tabela 2).

Avaliando-se a contribuição dos ambientes os maiores escores no CP1 ocorreu da seguinte forma: Londrina3, Warta2, Londrina2, Warta1, Warta3, Cambará1, Londrina1, Maracaju, Palotina1, Cruzmaltina1 e Dourados Irrigado. Nestes locais encontram-se as maiores médias de produtividade quando o plantio ocorreu na grande maioria no mês de abril, mesmo nos locais onde a produtividade foi mediana (Tabelas 3 e 4).

Na Figura 1 as cultivares que estão nos vértices à direita do biplot poligonal apresentam as maiores produtividades de trigo. Simultaneamente estão também os ambientes relacionados a esses cultivares. Ainda neste biplot observam-se sete setores ortogonais as laterais do biplot poligonal. Nos setores 1 e 2 estão as produtividades obtidas nos ambientes de Cambará (15/04) e Palotina (03/05). Esses mesmos resultados encontram-se nas Tabelas 3 e 4. O cosseno do ângulo, entre os vetores desses locais, aproxima-se de uma forte correlação positiva (Tabela 1). Conforme YAN & TINKER (2006), o cosseno do ângulo entre dois vetores das variáveis aproxima-se da correlação entre eles. Sendo assim, pode-se estabelecer que os ângulos obtusos formados entre variáveis ou tratamentos, indicam uma forte correlação negativa e os ângulos agudos entre as variáveis indicam correlações positivas (Figura 1). Esses autores alertam que deve-se ter o cuidado em avaliar as cultivares que estão nos vértices à esquerda do gráfico que, tanto podem ser altamente produtivas ou a mais pobre, como a cultivar IPR 128.

Os vetores mais longos nos locais pesquisados nos terceiros e quartos círculos concêntricos são os que apresentam a maior contribuição, e podem estar associado ao melhor período de semeadura para a cultura do trigo. Os ambientes e cultivares próximos da origem contribuem pouco para o estudo. Nos setores 2 a 4 estão nos vértices as cultivares CD 104 IPR 128. Nos setores de 1 a 4 estão as demais cultivares, nos vértices com as maiores produtividades. A grande vantagem desse método é a possibilidade de associar e interpretar simultaneamente os genótipos e os ambientes, para compreender os resultados da pesquisa. Cabe ressaltar que a avaliação da estabilidade das diferentes cultivares complementaria o estudo.

Conclusão

Pode-se concluir que a Análise de Componentes Principais e o gráfico Biplot produzem respostas que permitem interpretações bem definidas entre tratamentos, simultaneamente. Além disso, dá condições ao pesquisador resumir o número de variáveis ou os tratamentos em poucos componentes, sem perda de informação. Possibilita compreender os efeitos das cultivares e ambientes quanto às produtividades de trigo.

Referências

COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 35, 2003, Passo Fundo. **Recomendações técnicas para a cultura do trigo**. Passo Fundo: CBPT, 2003. 119p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, 2015/2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_27_09_24_04_boletim_gaos_mai_2016_-_final.pdf>. Acesso em: 25 mai.2016.

FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C. **Indicações fitotécnicas para cultivares BRS de trigo no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 14 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 110).

GABRIEL, K. R. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. **Biometrika**, v. 58, n. 3, p. 453-467, 1971.

KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, p. 141-151, 1960.

MA, B. L.; YAN, W.; DWYER, L. M.; FREGEAU-REID, J.; VOLDENG, H. D.; DION, Y.; NASS, H. Graphic analysis of genotype, environment, nitrogen fertilizer, and their interactions on spring wheat yield. **Agronomy Journal**, v. 96, p. 169-180, 2004.

Tabela 1. Resultados dos coeficientes de correlação entre as produtividades obtidas nas cultivares e ambientes pesquisados. Valores dos coeficientes de correlação em vermelho são significativos. Safra 2010, PR.

	Cambara1	Cambara2	Londrina1	Londrina2	Londrina3	Waria1	Waria2	Waria3	Cruzmal1	Cruzmal2	Palotina1	Palotina2	Dourados1	Dourados2	Maracaju
Cambara1	1,00	0,45	0,64	0,67	0,71	0,60	0,61	0,65	0,54	0,52	0,74	0,66	0,66	0,54	0,58
Cambara2	0,45	1,00	0,17	0,24	0,52	0,41	0,53	0,63	0,07	0,62	0,51	0,64	0,48	0,18	0,17
Londrina1	0,64	0,17	1,00	0,87	0,70	0,72	0,71	0,47	0,75	0,43	0,53	0,26	0,63	0,58	0,83
Londrina2	0,67	0,24	0,87	1,00	0,84	0,79	0,78	0,60	0,80	0,48	0,65	0,46	0,70	0,67	0,77
Londrina3	0,71	0,52	0,70	0,84	1,00	0,68	0,84	0,81	0,81	0,81	0,63	0,45	0,71	0,40	0,71
Waria1	0,60	0,41	0,72	0,79	0,68	1,00	0,87	0,68	0,62	0,53	0,65	0,45	0,55	0,62	0,79
Waria2	0,61	0,53	0,71	0,78	0,84	0,87	1,00	0,89	0,71	0,79	0,67	0,37	0,51	0,32	0,80
Waria3	0,65	0,63	0,47	0,60	0,81	0,68	0,89	1,00	0,53	0,84	0,69	0,46	0,48	0,20	0,58
Cruzmal1	0,54	0,07	0,75	0,80	0,81	0,62	0,71	0,53	1,00	0,59	0,37	0,07	0,52	0,28	0,82
Cruzmal2	0,52	0,62	0,43	0,48	0,81	0,53	0,79	0,84	0,59	1,00	0,63	0,37	0,33	-0,02	0,52
Palotina1	0,74	0,51	0,53	0,65	0,63	0,65	0,67	0,69	0,37	0,63	1,00	0,86	0,44	0,44	0,43
Palotina2	0,66	0,64	0,26	0,46	0,45	0,45	0,37	0,46	0,07	0,37	0,86	1,00	0,48	0,52	0,10
Dourados1	0,66	0,48	0,63	0,70	0,71	0,55	0,51	0,48	0,52	0,33	0,44	0,48	1,00	0,73	0,51
Dourados2	0,54	0,18	0,58	0,67	0,40	0,62	0,32	0,20	0,28	-0,02	0,44	0,52	0,73	1,00	0,39
Maracaju	0,58	0,17	0,83	0,77	0,71	0,79	0,80	0,58	0,82	0,52	0,43	0,10	0,51	0,39	1,00

Tabela 2. Autovalores obtidos baseados na matriz de correlação na pesquisa com cultivares de trigo em diferentes ambientes, nos Estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul, ano agrícola 2010.

CP	Autovalores	%Total	Autovalores acumulados	Variância acumulada
1	9,13	60,86	09,13	60,86
2	1,95	12,98	11,08	73,85
3	1,66	11,10	12,74	84,95

Tabela 3. Contribuição dos ambientes para obter as maiores produtividades das cultivares de trigo. Safra 2010, PR.

Ambientes	PC1	PC2
Cambara1	0,0737	0,0120
Cambara2	0,0324	0,2312
Londrina1	0,0725	0,0886
Londrina2	0,0884	0,0376
Londrina3	0,0928	0,0003
Warta1	0,0815	0,0067
Warta2	0,0908	0,0010
Warta3	0,0745	0,0302
Cruzmatina1	0,0624	0,1331
Cruzmatinal2	0,0591	0,0279
Palotina1	0,0677	0,0833
Palotina2	0,0377	0,2253
Dourados Irrigado	0,0601	0,0000
Dourados Sequeiro	0,0363	0,0036
Maracaju	0,0695	0,1185

Tabela 4. Contribuição das cultivares para obter as maiores produtividades de trigo em diferentes ambientes. Safra 2010, PR.

Cultivares	PC1	PC2
BR 18	0,0006	12,1907
BRS 220	0,4284	15,1226
IPR 85	0,1107	11,7226
BRS 208	0,4679	0,11691
BRS Tangara	0,2888	1,77814
BRS Pardela	0,2926	2,21036
IPR 128	53,728	0,27955
IPR 130	0,0082	11,4802
IPR 136	4,3585	3,74826
Quartzo	13,722	1,07069
BRS Gaivota	2,2701	3,77387
BRS Galha Azul	7,6401	7,58478
IPR 144	0,0018	0,02040
IPR Catuara TM	4,4373	8,86114
CD 104	0,6048	18,2258
BRS Sabia	11,638	1,81369

Qualidade sanitária dos grãos de soja colhidos na safra 2014/15 na Região Sul do Brasil

JORGE, E.L.¹; HENNING, A.A.²; FRANÇA-NETO, J.B.²; KRZYZANOWSKI, F.C.²; LORINI, I.²; HENNING, F.A.²

¹Unopar, Bolsista Faped, edsonleandrojorge@hotmail.com;

²Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

A caracterização da qualidade dos grãos de soja produzidos e armazenados, disponibilizados para a comercialização e o consumo, deve ser bem definida para se minimizar as possíveis fontes de perda da qualidade. Essas perdas são normalmente decorrentes das operações realizadas no processo de produção a campo, na colheita e na pós-colheita. Diversos fatores podem afetar a qualidade dos grãos de soja, tais como: ocorrência de dano mecânico, danos de deterioração por intempéries, efeitos deletérios provocados pela contaminação com de microrganismos e insetos associados. Esses fatores podem causar perdas significativas de qualidade, resultando em prejuízos financeiros aos sojicultores e a todos os segmentos do agronegócio de soja brasileiro.

Dentre os microrganismos que causam problemas na qualidade da soja, podem ser citados: fungos, bactérias, vírus e organismos microscópicos, os nematoides. Os fungos são o principal grupo de patógeno associado qualidade, tanto pelos danos que causam como pelo número de indivíduos (LUCCA; FARIAS, 2012).

Os principais fatores que afetam a atividade dos fungos nos grãos armazenados são: umidade, temperatura, taxa de oxigênio, danos mecânicos, impurezas e ataque de insetos. Os fungos que atacam os grãos antes da colheita, como *Fusarium* e *Phomopsis spp*, são chamados de fungos de campo e requerem grãos com alto teor de umidade (> 20%) para se multiplicarem. Os fungos como *Aspergillus* e *Penicillium* contaminam os grãos, têm a capacidade de se desenvolver e se multiplicar quando associados a grãos com teor de umidade mais baixo (13 a 14%) e temperaturas mais elevadas (20 a 25 °C). Produzem ácidos orgânicos que decompõem os grãos armazenados e micotoxinas. Os fungos do gênero *Aspergillus* podem contaminar grãos de soja, milho, dentre outros e podem produzir micotoxinas, tais como as aflatoxinas, prejudiciais a saúde humana e animal (SANTOS; LORINI, 2010; BALIANI et al., 2015).

O principal método utilizado na análise sanitária de sementes de soja é o do papel de filtro (*Blotter*), e a experiência tem comprovado que este método é perfeitamente viável, sendo o mais eficaz para grãos e sementes de soja (HENNING, 2005).

O objetivo desse trabalho foi determinar a qualidade sanitária dos grãos de soja, em amostras coletadas na Região Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Patologia de Sementes do Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” da Embrapa Soja, em Londrina, PR. Este levantamento de qualidade sanitária faz parte do projeto da Embrapa: “QUALIGRÃOS- Caracterização da qualidade tecnológica dos grãos de arroz, milho, soja e trigo colhi-

dos e armazenados no Brasil”, o qual prevê o mapeamento da qualidade dos grãos e das sementes nas regiões produtoras do país.

Foram avaliadas amostras de grãos de soja, produzidos na safra 2014/15, provenientes de diferentes microrregiões dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, totalizando 314 amostras. As amostras foram coletas de forma representativa, conforme preconiza o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007), logo após serem secos até umidade padrão e armazenados. As amostras coletadas foram reduzidas por quarteamento para aproximadamente 3,0 kg, sendo identificadas e enviadas à Embrapa Soja para as análises.

No laboratório de Patologia de Sementes da Embrapa Soja, cada amostra de 3,0 kg foi dividida em duas subamostras por meio de equipamento homogeneizador, destinando-se uma das subamostras (aproximadamente 1,5 kg) para realizar as análises de patologia, por meio da metodologia do “*BlotterTest*” (método do papel de filtro). Para tal as caixas plásticas gerbox foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1,05 % e foram utilizadas quatro folhas de papel filtro qualitativo (80g/m²) esterilizadas em cada gerbox, umedecidas com água destilada autoclavada. Foram utilizados 200 grãos por amostra, sendo 20 por gerbox dispostos aleatoriamente na forma 5x4. Após disposição dos grãos sobre o papel de filtro umedecido nas caixas gerbox, essas foram incubadas por sete dias a 20 ± 2 °C. Após esse período de incubação os principais fungos presentes nas amostras foram avaliados. (NEEGARD, 1979).

Resultados e Discussão

A partir dos resultados do teste de patologia foram determinados os índices de microrganismos em cada uma das amostras de grãos de soja, produzidos nos três Estados da Região Sul do Brasil (Tabela 1). Por se tratar apenas de um levantamento da ocorrência de microrganismos e o trabalho não teve como objetivo comparar os Estados ou amostras, não foi necessário a realização de análise estatística. Os dados obti-

dos estão sendo apresentados no formato de média, valores mínimos e máximos.

O Estado do Rio Grande do Sul foi dividido em três macrorregiões de coleta (Figura 1). Na região noroeste do Estado foi coletado um total de 15 amostras, na nordeste 45 e na central 14 amostras. O total de *Aspergillus flavus* encontrado, em média, para as três regiões foi de 2,65 %, na região noroeste a média foi de 1,3 % sendo que 0 foi o mínimo e 4,0 % o máximo. Na região central a média foi de 4,0 % sendo 0,0% o mínimo e 24,5 % o máximo encontrado, já na região nordeste a média também foi 4,0 %, sendo 0 o mínimo e 15,5 % o máximo. Além desse fungo, no Estado houve a ocorrência de 0,05 % de *Phomopsis* sp. e 0,22 % de *Fusarium* spp. Para bactérias, a média para as três macrorregiões do Estado foi de 12 %, sendo que na região noroeste a média foi de 9,8 %, com valores mínimo igual a 1,0 % e máximo igual a 18,5 %; na região central a média encontrada foi de 14%, com 0,5 % de mínimo e 30 % de máximo; na região nordeste a média foi de 12,2 % sendo 3,5 % o mínimo e 40,5 % o máximo encontrado.

O Estado de Santa Catarina foi dividido em duas macrorregiões (Figura 2), oeste e planalto, com 30 amostras coletadas em cada uma. Foi encontrada a média de 0,95 % de *Aspergillus flavus* sendo que na região oeste a média foi de aproximadamente 1,6 %, sendo 0,0 % o mínimo e 10,5 % o máximo, no planalto a média foi de 0,3 %, sendo 0,0 % o mínimo e 1,5 % o máximo. Além desses fungos, no Estado houve a ocorrência de 0,55 % de *Phomopsis* sp e 0,68 % de *Fusarium* spp. Para bactérias, a média, foi de 13,8 %, sendo na região oeste 18,1 %, sendo 0 % o mínimo e 92,5 % o máximo, no planalto a média foi de 9,5 %, sendo 1% o mínimo e 69 % o máximo.

O Estado do Paraná foi dividido em três macrorregiões (Figura 3), noroeste com 70 amostras coletadas, central com 40 amostras e norte com 70 amostras. Foi encontrada a média de 2,66 % de *Aspergillus flavus*, sendo 5,8 %, na região noroeste de com 0,0 % o mínimo e 45 % o máximo; na região central a média foi de 0,40 %, sendo 0,0 % o mínimo e 3,0 % a máxima e na região norte a média foi de 1,8 %, sen-

do 0,0 % o mínimo e 15,5% o máximo. Além desses, no Estado houve a ocorrência de 3,94 % de *Phomopsis* sp e 3,01 % de *Fusarium* spp. Para bactéria a média foi de 17,73 % com 20,7 % na região noroeste, sendo 1 % o mínimo e 65 % o máximo, 9 % na região central, com 0,0 % de valor mínimo e 34 % de máximo, na região norte a média foi de 23,5 %, com 0,5 % de mínimo e 63 % foi o máximo encontrado.

Por meio da análise dos dados obtidos verificou-se que em todos os Estados a incidência de bactéria foi alta, enquanto que a de *Aspergillus flavus* foi relativamente baixa. Entretanto, nos locais onde a incidência foi considerada alta (acima de 4%), foi feita uma diagnose pontual em cada amostra.

A partir da constatação da presença de *Aspergillus flavus*, seria interessante realizar análises para se quantificar as aflatoxinas produzidas por este fungo, que é potencialmente carcinogênica.

Com relação à presença de bactérias, que geralmente estão associadas a grãos e sementes sem viabilidade, pode-se relacionar essa contaminação com a ocorrência de danos mecânicos no momento da colheita ou no momento do beneficiamento dos lotes de soja na unidade recebedora, mostrando assim a importância do manejo adequado de colhedoras e equipamentos das unidades, o que minimiza essa contaminação.

Phomopsis sp. que ocorre principalmente em períodos chuvosos associados com altas temperaturas, durante fase de maturação das sementes e grãos, e pode reduzir a qualidade dos mesmos. *Fusarium* sp. está comumente associado com o atraso na colheita ou deterioração por umidade no campo pode reduzir a qualidade, além de produzir micotoxinas tais como desoxinivalenol e zearalenona (HENNING, 2005; SCHOLLENBERGER et al., 2007).

Assim sendo, a partir desses resultados, ações corretivas podem ser aplicadas nas regiões produtoras tais como: melhorar as condições de semeadura e colheita, evitando-se assim a perda de qualidade na fase que antecede a colheita, ou até mesmo na pós-colheita. Ficou claro

também que se deve priorizar o armazenamento dos grãos em condições adequadas de temperatura e umidade para diminuir a ocorrência de fungos como *Aspergillus flavus*, com intuito de evitar perdas, principalmente, qualitativas.

Conclusão

Os dados obtidos mostraram a incidência de fungos em grãos de soja colhidos e armazenados nas regiões amostradas. Ações corretivas podem ser efetuadas, evitando perdas quantitativas e qualitativas desses grãos de soja armazenados.

Referências

BALIANI, L.C.; LUIS, A.S.; SOARES, L.C.; VENDRUSCOLO, E.C.G.; FIORINI, A. Identificação pela técnica de PCR-RFLP, de *Aspergillus* spp isolados de grãos de soja e milho. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, p.83-99, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 93, p. 13-15, 16 maio 2007. Seção 1. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17751>> Acesso em: 26 mai. 2016.

FARONI, L. R. Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados. **Postcosecha**, v. 5, p. 34-41, 1998.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

LUCCA FILHO, O.A.; FARIAS, C.R.J. Patologia de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes**: fundamen-

tos científicos e tecnológicos. 3.ed. rev. e ampl. Pelotas: Ed. Universitária UFPel, 2012. 573 p.

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. 2. ed. London: Macmillan Press, 1979. 1191p.

SANTOS, J. P. dos; LORINI, I. Colheita e pós colheita: pragas de grãos armazenados. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1).

SCHOLLENBERGER, M.; MÜLLER, H.M.; RÜFLE, M.; TERRY-JARA,H.; SUCHY, S.; PLANK,S.; DROCHNER, W. Natural occurrence of Fusarium toxins in soy food marketed in Germany. **International Journal of Food Microbiology**, v.113 p. 142–146, 2007.

Tabela 1. Microrganismos presentes nos Estados da Região Sul do Brasil.

Microrganismos	Média (%)		
	Paraná	Rio Grande do Sul	Santa Catarina
<i>Aspergillus flavus</i>	2,66	2,65	0,95
Bactéria	17,73	12	13,8
<i>Fusarium</i> sp	3,01	0,22	0,68
<i>Phomopsis</i> sp	3,94	0,05	0,55

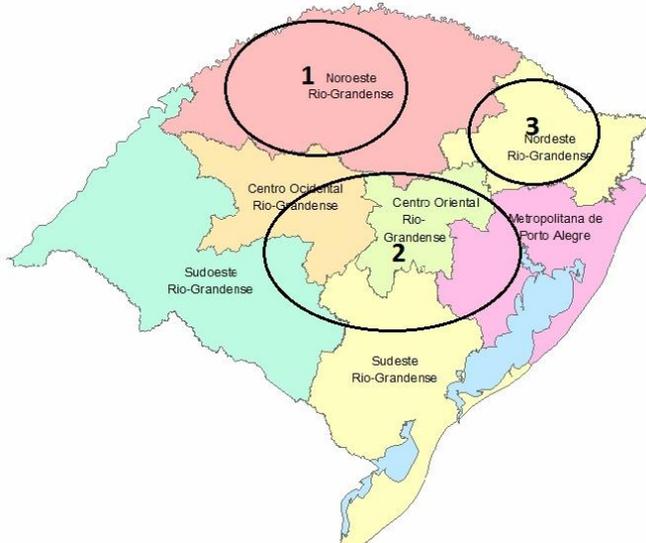


Figura 1. Macrorregiões do Estado do Rio Grande do Sul (1-Noroeste, 2-Central, 3-Nordeste).

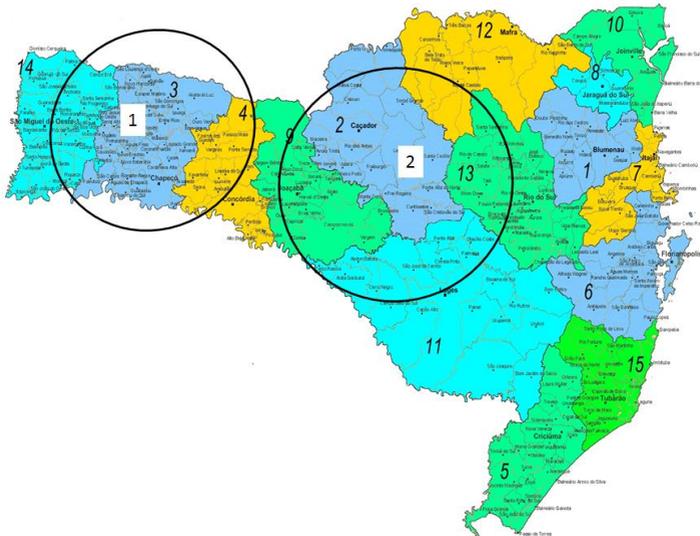


Figura 2. Macrorregiões do Estado de Santa Catarina (1-Oeste, 2-Planalto).

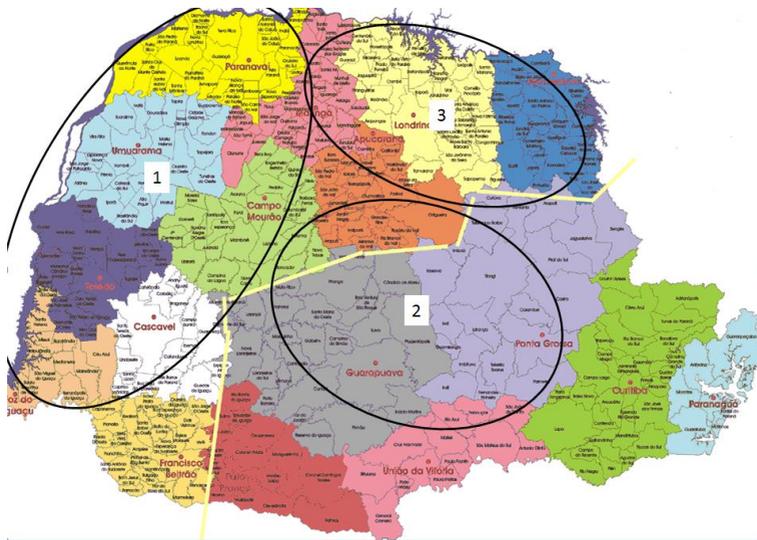


Figura 3. Macrorregiões do Estado do Paraná (1-Noroeste, 2-Central, 3-Norte).

Preferência do parasitoide *Telenomus podisi* a ovos obtidos de *Euschistus heros* criado em laboratório ou coletado em campo

HERMEL, A.O.¹; HAYASHIDA, R.²; BUENO, A.F.³; ROGGIA, S.³

¹ Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL), Bolsista PIBIC/CNPQ (até fev. 2016), Bolsista FAPED (a partir de mar. 2016); ² Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR); ³ Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), tornou-se uma das principais pragas na cultura da soja, ocorrendo nas principais regiões produtoras de soja do Brasil (MEDEIROS; MEGIER, 2009; GODOY et al., 2010). Os percevejos apresentam elevado potencial de dano, pois atacam diretamente a vagem e o grão, causando perdas diretas como aborto de legumes e grãos, atrofia de grãos, redução de massa e volume dos grãos, redução do teor de óleo dos grãos, redução de germinação e vigor das sementes, ocorrência de distúrbios fisiológicos na planta como o retardamento da maturação e menor produtividade da lavoura (PANIZZI et al., 2012).

O controle químico é o principal método utilizado para o controle desse percevejo em soja. No entanto, o uso continuado de inseticidas químicos com única estratégia de manejo da praga pode acarretar a pré-seleção de indivíduos resistentes, determinando a perda de eficiência dos inseticidas ao longo do tempo, como tem sido demonstrado para inseticidas organofosforados (SOSA-GÓMEZ et al., 2001, 2009; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010) e neonicotinoides + piretroides (HUSCH; SOSA-GÓMEZ, 2013). O uso indiscriminado de inseticida também pode afetar negativamente a abundância e diversidade de agentes de controle biológico além de aumentar risco de contaminação do trabalhador, dos alimentos e do meio ambiente.

Nesse contexto tem ganhado importância a busca por métodos alternativos ao controle químico para o manejo de percevejos em soja, como o controle biológico. Dentre as possibilidades de agentes de controle biológico de percevejos a utilização de parasitoides de ovos é a estratégia mais avançada (BUENO et al., 2012). A utilização de parasitoides de ovos, como *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae), é uma opção em potencial para o controle biológico aplicado de percevejos, pois os parasitoides atuam como reguladores populacionais de várias espécies de Pentatomidae (MACIEL et al., 2007; RIFFEL et al., 2010). O parasitoide *T. podisi* é capaz de parasitar ovos de *E. heros*, *Piezodorus guildinii* Westwood (Hemiptera: Pentatomidae) e *Nezara viridula* Linnaeus (Hemiptera: Pentatomidae) (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1995; PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000). Este parasitoide tem sido criado em laboratório em ovos de *E. heros* em programas de manejo e controle de percevejos da soja (PERES; CORRÊA-FERREIRA, 2004).

O parasitoide *Telenomus podisi* é um micro-himenóptero da família Platygasteridae que se desenvolve inteiramente dentro do ovo do hospedeiro (MEDEIROS et al., 1997). Os adultos emergem através de um orifício circular, cortado no opérculo do ovo; os machos emergem 1 a 2 dias antes das fêmeas para garantir a cópula, que ocorre logo após a

sua emergência. As fêmeas são capazes de ovipositar desde o primeiro dia após sua emergência, entretanto a taxa de oviposição mais elevada ocorre no segundo dia de vida, com alta produção de fêmeas na progênie.

Após a localização da massa de ovos, a fêmea examina, seleciona e inicia a oviposição. Ao concluir a oviposição, no interior do ovo do hospedeiro, procede à sua marcação pela passagem do ovipositor sobre a superfície do ovo parasitado, deixando uma feromônio que servirá às demais fêmeas para o reconhecimento de que aqueles ovos já estão parasitados. Um único parasitoide completa o desenvolvimento em cada ovo parasitado (BIN et al., 1993; COLLAZA et al., 1996; CORRÊA-FERREIRA, 1993; SALES et al., 1978; WILSON, 1961). Em caso de ocorrer superparasitismo, em que mais de um ovo do parasitoide é depositado em um único ovo hospedeiro, ocorre competição entre as larvas de primeiro instar e somente uma larva sobrevive, completando seu desenvolvimento.

No ambiente natural, durante o processo de busca do parasitoide por seu hospedeiro (ovos de percevejos) as fêmeas se utilizam de vários sinais, entre eles os semioquímicos (CONTI; COLAZZA, 2012). Semioquímicos são substâncias produzidas, habitualmente, pelo hospedeiro ou pela planta atacada, que são utilizados pelos parasitoides para localizar seu hospedeiro. A curta distância, além de sinais químicos, os parasitoides podem utilizar outras características com tamanho e formato do ovo hospedeiro como indicadores de sua adequação para ser parasitado e permitir o desenvolvimento do parasitoide. Nesse contexto a seleção hospedeira pode ser um parâmetro indireto de indicação de qualidade dos ovos.

Ovos obtidos de percevejos mantidos em laboratório por várias gerações podem não apresentar as mesmas características de ovos produzidos por insetos de campo. Podendo afetar a preferência e aceitação das fêmeas para o parasitismo.

Nesse contexto, foi realizado um experimento para estudar a preferência de fêmeas do parasitoide *T. podisi* a ovos de *E. heros* produzidos por insetos criados em laboratório, comparativamente a ovos de insetos coletados em campo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Embrapa Soja, em laboratório sob temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$, e fotofase de 14 horas com escotofase de 10 horas. Foi estudada a preferência de fêmeas do parasitoide *T. podisi* ao parasitismo de ovos de *E. heros* produzidos por insetos criados em laboratório, comparativamente a ovos de insetos coletados em campo.

Para tanto foi estabelecida uma criação de percevejos em laboratório a partir de ovos obtidos de uma criação, mantida por várias gerações em laboratório. Durante o período de incubação, os ovos foram mantidos em caixa tipo gerbox (11x11x3 cm), com fundo forrados por uma folha de papel filtro. A partir da eclosão das ninfas, fora adicionado a caixa uma vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*), para servir como fonte de água e para que as ninfas de primeiro ínstar possam se agregar. A partir do segundo ínstar, as ninfas foram alimentadas com a dieta natural, que consiste em vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris*), grãos de amendoim (*Arachis hypogaea*), grãos de soja (*Glycine max* L), sementes de girassol (*Helianthus annuus*) e um ramo de ligustro (*Ligustrum lucidum*). As trocas de alimento foram realizadas 3 vezes por semana. A partir do quarto instar, as ninfas foram transferidas para caixas plásticas transparentes (25x20x20 cm), onde permanecem até o fim do ciclo, se alimentando da mesma dieta natural. Durante a fase adulta, cada caixa recebeu em pedaço de tecido de algodão para servir de substrato para oviposição. Os ovos obtidos foram coletados três vezes por semana e armazenados em nitrogênio líquido (-196°C), seguindo o procedimento padrão utilizado na criação massal de percevejos.

Paralelamente outra criação foi estabelecida a partir de adultos de percevejo coletados em campo no mês de dezembro de 2015, na fazenda da Embrapa Soja, mantidos em laboratório sob as mesmas condições

ambientais, de recipiente, procedimento de coleta e armazenagem de ovos descritas acima.

Os parasitoides foram obtidos da criação da Embrapa Soja, mantida a mais de 100 gerações em laboratório. Para avaliar a preferência do parasitoide foram utilizadas arenas confeccionadas de garrafas transparentes (pré-forma) de polietileno (PET), com 4 microtubos de acrílico (tubo de Duran), dispostos de forma equidistantes conforme metodologia descrita por Thuler et al. (2007). A preferência de oviposição do parasitoide foi avaliada pelo método de dupla chance de escolha, onde os ovos do mesmo tratamento foram dispostos de forma oposta, com os ovos do tratamento confrontado dispostos de forma adjacente (Figura 1A). Em cada uma das quatro opções de escolha (tubos) ofertadas ao parasitoide foi disponibilizado um número de ovos do percevejo que excedia a capacidade de parasitismo diária, sendo de aproximadamente 25 ovos por tubo. Esse procedimento tem a finalidade de evitar que, por falta de ovos a serem parasitados, o parasitoide buscasse ovos não preferenciais.

Para a liberação do parasitoide *T. podisi*, foi utilizado um tubo de Duran revestido externamente por papel alumínio e acoplado à tampa da arena (Figura 1B). O papel alumínio tem a finalidade de bloquear a passagem da luz através da parede de vidro do tubo, assim, como o parasitoide é atraído pela luz, no momento da abertura da tampa do tubo o inseto é estimulado a sair do recipiente, obrigando-o a descer à procura dos ovos na arena. Foram utilizados parasitoides adultos de até 48 horas de emergência. Esses permaneceram nas arenas por 24 horas, e após esse período, ocorreu a desmontagem do experimento e o isolamento das massas de ovos. Os tubos contendo os ovos foram vedados com filme plástico parafinado (Parafilm M®) para evitar a fuga de parasitoides no momento de sua eclosão (Figura 2A). Após 20 dias foi avaliada a taxa de parasitismo, quantificado o número de ovos parasitados e ovos totais de cada tratamento (Figura 2B, 2C). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Wilcoxon ($p = 5\%$), utilizando o software Bioestat 5.0.

Resultados e Discussão

Os dados obtidos indicam que o parasitoide *T. podisi*, preferiu parasitar ovos produzidos por *E. heros* coletados em campo em relação aos produzidos por percevejos criados em laboratório (Figura 3). É possível que devido a exposição contínua dos percevejos de campo a fatores como seleção natural, regime alimentar e interações bióticas, os seus ovos apresentem características mais atrativas ao parasitoide *T. podisi*. Tais características podem ser nutricionais (relativas à composição do ovo), tamanho e formato percebidos a curtas e médias distâncias por meio de semioquímicos e contato direto, determinando em um primeiro momento a atração e em seguida a aceitação dos ovos para parasitismo (CONTI; COLAZZA, 2012).

Em um ambiente de criação massal, os parasitoides não têm chance de escolha por ovos alternativos aos obtidos em laboratório. Nessa condição ficam minimizados possíveis efeitos de falhas de parasitismos por não preferência. No entanto, a menor preferência do parasitoide por ovos de percevejo de laboratório, observada no presente estudo, pode indicar alguma inadequação desses quanto a sua composição nutricional, tamanho e forma. Tais alterações podem ou não afetar o desenvolvimento do parasitoide merecendo estudos mais detalhados. Pois características do ovo hospedeiro podem afetar a taxa de parasitismo, taxa de parasitoides emergidos, razão sexual, vigor, capacidade de voo, capacidade de localização dos ovos no ambiente e sucesso do parasitismo dos adultos emergido (LEPPLA; FISHER, 1989; BIGLER, 1994). Porém, essa menor preferência dos parasitoides por ovos obtidos de criação de percevejos em laboratório (várias gerações de laboratório) pode indicar inadequação da utilização desses como ovos-isca para amostragem de parasitoides em campo.

Por outro lado, a preferência dos parasitoides por ovos de percevejos de campo é um indicador de qualidade da criação do parasitoide, pois esse, após dezenas de gerações em laboratório, ainda mantém preferência por ovos de percevejos do campo (MCEWEN, 1997). Isso indica que, se o parasitoide fosse liberado em campo como um agente de

controle biológico, seria capaz de localizar e parasitar ovos de percevejos com sucesso.

Conclusão

O parasitoide de ovos *Telenomus podisi* parasita preferencialmente ovos do percevejo *Euschistus heros* coletados em campo em relação ao ovos de percevejos criados em laboratório.

Referências

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.

BIOESTAT: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém: Ong Mamiraua, 2007. 364p.

BIGLER, F. Quality control in *Trichogramma* production. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. (Ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: Oxford University, 1994. p. 93-111.

BIN, F.; VINSON, S.B.; STRAND, M.R.; COLAZZA, S.; JONES, W.A. Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalís* a parasitoid of *Nezara viridula*. **Physiological Entomology**, v. 18, p. 7-15, 1993.

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

COLAZZA, S.; ROSI, M.C.; SEBASTIÁN, P.; URSINI, M. Host acceptance behavior in the egg parasitoid *Trissolcus basalís* (Hymenoptera: Scelionidae). **Acta Oecologica**, v. 17, p. 109-125, 1996.

CONTI, E.; COLAZZA, S. Chemical ecology of egg parasitoids associated with true bugs. **Psyche**, v. 2012, 11 p., 2012. DOI:10.1155/2012/651015.

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

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

GODOY, K. B.; ÁVILA, C. J.; DUARTE, M. M.; ARCE, C. C. M. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1199-1202, 2010.

HUSCH, P.E.; SOSA-GÓMEZ, D.R. Susceptibilidade de *Euschistus heros* a tiametoxam, lambda-cialotrina e acefato em mesorregiões do Paraná, Brasil. In: JORNADA ACADÊMICA, 8, 2013. Londrina, **Resumos Expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 172-175. (Embrapa Soja, Documentos, 339).

LEPPLA, N.C.; FISHER, W.R. Total quality control in insect mass production for insect pest management. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 108, n. 5, p. 452-461, 1989.

MACIEL, A. A. S.; LEMOS, R. N. S.; SOUZA, J. R.; COSTA, V. A.; BARRIGOSI, J. A. F.; CHAGAS, E. F. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 4, p. 616-618, 2007

MCEWEN, P. Sampling, handling and rearing insects. In: DENT, D. R.; WALTON, M. P. (Ed.). **Methods in ecological and agricultural entomology**. Wallingford: Oxford University, 1997. cap. 1, p. 5-26.

MEDEIROS, L.; MEIGER, G. Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas hospedeiras alternativas no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 459- 463, 2009.

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

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 295-302, 2000.

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

PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ash. and *Trissolcus basalís* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 4, p. 457-462, 2004.

SALES, F.M.; McLAUGHLIN, J.R.; SAILER, R.I.; TUMLINSON, J.H. Temporal analysis of the ovipositional behavior of the female egg parasitoid, *Trissolcus basalís* (Wollaston). **Fitossanidade**, v. 2, p. 80-83, 1978.

SOSA-GOMEZ, D.R.; CORSO, I.C.; MORALES, L. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabr.). **Neotropical Entomology**, v.30, p.317-320, 2001.

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

SOSA-GOMEZ, D.R.; SILVA, J.J da; LOPES, I.O.N; CORSO, I.C.; ALMEIDA, A.M.R.; MORAES, G.C.P. de; BAUR, M.E. Insecticide Susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.3, p.1209-1216, 2009.

THULER, R.T.; VOLPE, H. X. L.; DE BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v.33, n.3, p.333-340, 2007.

WILSON, F. Adult reproductive behavior in *Assolcus basalís* (Hymenoptera: Scelionidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 9, p. 739-751, 1961.

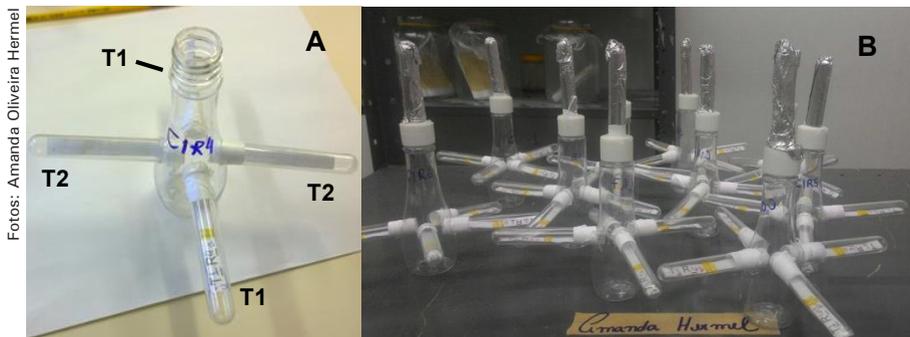


Figura 1. Arenas utilizadas no estudo da preferência de oviposição do parasitoide *Telenomus podisi* em relação a ovos de *Euschistus heros*. (A) Ao centro a garrafa PET (pré-forma) contendo quatro tubos de Duran inseridos lateralmente, contendo os ovos do percevejo, T1 e T2 indicam a forma de distribuição oposta dos ovos de cada tratamento. (B) Conjunto de arenas completas, tendo no topo de cada um tubo de Duran revestido com papel alumínio, utilizado para a liberação do parasitoide para dentro da arena.

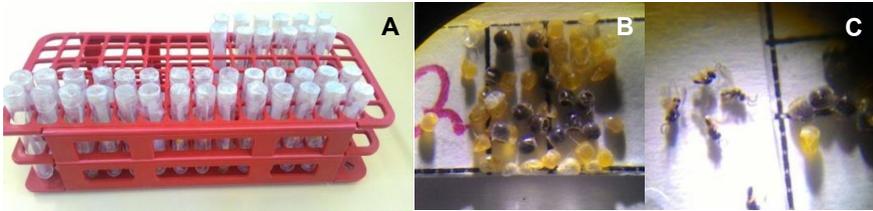


Figura 2. (A) Tubos de Duran vedados com filme plástico parafinado, contendo os ovos de percevejo de cada tratamento, após terem sido expostos ao parasitismo. (B) Ovos de percevejos parasitados (escuros) e não-parasitados (amarelados). (C) Parasitoides emergidos dos ovos de percevejo. (B) e (C) analisados sob microscópio estereoscópio (40x).

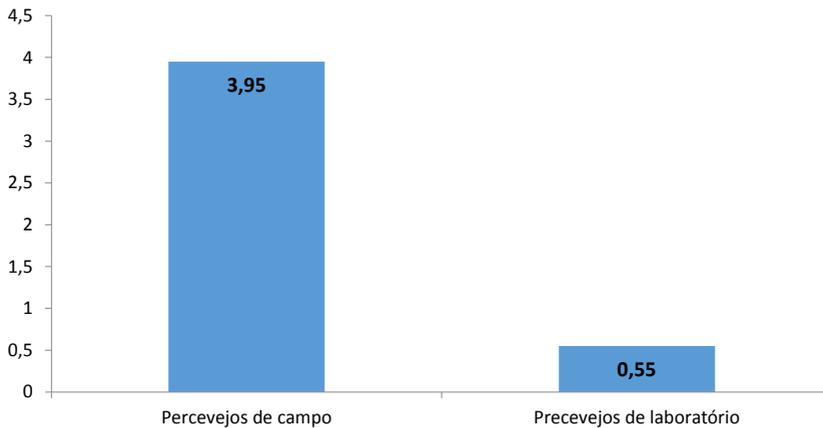


Figura 3. Número médio de ovos parasitados por fêmea do parasitoide *Telenomus podisi*, sobre ovos obtidos de perceijos (*Euschistus heros*) coletados em campo ou criados em laboratório. Médias diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($p = 5\%$).

Valores críticos de resistência à penetração em diferentes conteúdos de água do solo na sucessão soja/milho 2^a safra

CORDEIRO JUNIOR, R.¹; MORAES, M. T.²; FRANCHINI, J. C.³; BALBINOT, A. A.³; SANTOS, E.L.¹; BALICO, G. G.¹; PINHATA, A. A.¹; DEBIASI, H.³

¹Centro Universitário Filadélfia – Unifil, Campus Palhano, Londrina-PR, reinaldoagron@hotmail.com;

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; ³Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

A sucessão soja/milho 2^a safra constitui-se em um dos principais sistemas de produção agrícola do Paraná. Considerando as regiões oeste, centro-oeste, noroeste e norte do Estado, 62% dos 3,3 milhões de ha cultivados com soja no verão são destinados ao milho no outono-inverno (DERAL, 2015). Entretanto, a baixa diversificação de culturas associada ao uso repetitivo da sucessão soja/milho 2^o safra tem resultado, entre outros problemas, a formação de camadas compactadas de solo no sistema plantio direto (SPD), geralmente localizadas a 10-20 cm de profundidade (DEBIASI et al., 2010). As alterações nas propriedades e processos físicos ocasionados pela compactação excessiva do solo podem limitar a produtividade da soja e do milho 2^a safra, principalmente em anos secos (TORRES; SARAIVA, 1999).

A resistência mecânica à penetração (RP) é um dos indicadores do estado de compactação do solo mais utilizados em escala de campo, especialmente em virtude da rapidez e facilidade de execução. No entanto, o estabelecimento de valores críticos de RP, acima dos quais a produtividade das culturas é limitada, constitui-se em grande desafio. Os valores críticos de RP podem variar em função de diversos fatores, sendo o conteúdo de água do solo no momento da avaliação um dos mais importantes (MORAES et al, 2014). Neste sentido, existe pouca informação a respeito da variação dos valores críticos de RP em função do conteúdo de água do solo no momento da avaliação. Adicionalmente, o enfoque em nível de sistemas de produção exige que o estabelecimento de valores críticos de RP leve em consideração a resposta ao estado de compactação do solo no cultivo da soja e também no do milho 2ª safra.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os valores críticos de RP de um Latossolo Vermelho distroférico em diferentes conteúdos de água do solo no momento da avaliação, considerando o desempenho produtivo da sucessão soja/milho 2ª safra.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em um experimento que vem sendo conduzido desde fevereiro/2013 na Embrapa Soja, em Londrina/PR, sobre um Latossolo Vermelho distroférico (784 g kg⁻¹ de argila na camada de 0-30 cm). O delineamento experimental é de blocos ao acaso com 12 repetições (parcelas de 5 m x 15 m), sendo os tratamentos constituídos por quatro estados de compactação do solo: 1) sistema plantio direto (SPD) com mobilização de solo por meio de um escarificador (profundidade de trabalho de 25 cm); 2) SPD sem compactação adicional e sem escarificação; 3) SPD com compactação adicional por quatro 4 passadas de um trator com massa total de 7,2 Mg; e 4) SPD com compactação adicional por oito 8 passadas de uma colhedora com massa total de 9,5 Mg. No outono-inverno de 2013, toda a área foi cultivada com trigo.

A soja (BRS 359 RR) foi semeada em 10/10/2013, por meio de semeadora-adubadora tratorizada equipada com sulcador de adubo

do tipo facção guilhotina, com 45 cm de espaçamento entrelinhas e população de 300 mil plantas ha⁻¹. A adubação de base consistiu da aplicação de 270 kg ha⁻¹ de NPK 0-20-20 na linha de semeadura. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para a soja na região. O milho 2ª safra (híbrido AG 9010) foi semeado em 27/02/2014 em três das 12 repetições, empregando-se a mesma semeadora-adubadora utilizada para a soja, com linhas espaçadas em 90 cm e regulada para a obtenção de uma densidade de 55 mil plantas ha⁻¹. A adubação de base envolveu a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de formulado NPK 08-20-20 na linha de semeadura. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no estádio V6, aplicando-se 80 kg ha⁻¹ de N a lanço em superfície, na forma de sulfato de amônio. Os demais tratos culturais foram realizados conforme indicações técnicas para a cultura na região.

Em outubro/2013, 192 amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas em todos os tratamentos, em duas camadas (0-10 e 10-20 cm), com anéis de aço inox (5 cm de altura e 5 cm de diâmetro interno). Em laboratório, as amostras foram equilibradas nas tensões de 6, 10, 33, 100 e 500 kPa, em mesa de tensão e extratores de Richards. Após equilíbrio, as amostras foram utilizadas para determinação da RP, em penetrógrafo de bancada equipado com cone de 12,56 mm² de área da base e ângulo de 60°, a uma velocidade de inserção de 20 mm min⁻¹. Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 105° C, possibilitando a determinação da densidade do solo (DS) e do conteúdo volumétrico de água do solo (θ). Os dados de RP foram relacionados à DS e ao θ por meio do modelo proposto por BUSSCHER et al. (1997). Com esse procedimento foi possível estimar a RP para diversos valores de θ .

$$RP = aDS^b \theta^c$$

Onde: RP = resistência do solo à penetração (MPa); Ds = densidade do solo (Mg m⁻³); *a*, *b* e *c* = parâmetros obtidos por meio do ajuste dos modelos.

A produtividade da soja foi determinada por meio da colheita mecânica de 12 m das seis linhas centrais da parcela, equivalendo a uma área útil de 32,4 m². No caso do milho 2^a safra, a produtividade foi avaliada pela colheita manual das espigas de 12 m das quatro linhas centrais da parcela, totalizando 43,2 m² de área útil.

O ajuste do modelo de BUSSCHER et al (1997) aos dados de RP, DS e θ foi realizado no programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1999). Já a relação da produtividade da soja e do milho 2^a safra com a RP foi estimada por meio de análise de regressão, utilizando-se o programa Sigmaplot 9.0 (Systat software, Inc.). A partir das relações produtividade x RP sob diferentes θ , foram determinados os valores de RP críticos para a soja e para o milho 2^a safra, pelo procedimento de análise gráfica de CATE e NELSON (1965).

Resultados e Discussão

As melhores relações entre o estado de compactação do solo e a produtividade da soja e do milho 2^a safra foram observadas considerando a RP na camada de 10-20 cm. A produtividade da soja variou de forma quadrática com o aumento da RP na camada de 10-20 cm (Figuras 1a e 1b), concordando com BEUTLER et al. (2004). Valores muito baixos de RP, próximos a 0,5 MPa, resultaram em produtividades de soja cerca de 20% menores que a máxima obtida no experimento (aproximadamente 3,5 Mg ha⁻¹). Embora valores baixos de RP possam favorecer o crescimento radicular da soja (DEBIASI et al., 2015), um grau de compactação do solo excessivamente baixo provavelmente proporcionou menor retenção de água e condutividade hidráulica não saturada, reduzindo assim a produtividade da cultura (DEBIASI et al., 2010). Já em valores altos de RP, próximos a 4,0 e 6,5 MPa a 100% (Figura 1a) e 90% da CC (Figura 1b), respectivamente, reduziram a produtividade da soja em aproximadamente 43%, o que pode ser explicado pela diminuição da disponibilidade hídrica em função da menor infiltração de água e pela restrição ao desenvolvimento radicular.

De maneira similar ao observado para a soja, houve relação quadrática entre a produtividade de grãos do milho 2^a safra e a RP na camada de

10-20 cm (Figuras 1c e 1d). Em valores muito baixos de RP, houve redução de aproximadamente 30% na produtividade do milho. Novamente, o baixo estado de compactação do solo possivelmente diminuiu a disponibilidade hídrica pela menor retenção de água e condutividade hidráulica não saturada, o que superou possíveis efeitos benéficos da baixa RP no crescimento radicular do milho. Por outro lado, valores excessivamente altos de RP diminuíram a produtividade do milho 2ª safra em até 43%, o que também pode ser atribuído à baixa capacidade de infiltração de água do solo e à redução no crescimento radicular da cultura.

A escarificação tem sido apontada como uma das opções para o rompimento de camadas compactadas no SPD. Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho indicam que a escarificação pode limitar o potencial produtivo na sucessão soja/milho 2ª safra. Neste contexto, a escarificação somente será economicamente viável se as perdas de produtividade de soja e milho em função da compactação excessiva do solo forem superiores à soma entre o custo da operação e as perdas potenciais de produtividade. Seguindo esse raciocínio, a escarificação passaria a ser economicamente viável quando a RP na camada de 10-20 cm superar os valores de 3,5 e 5,2 MPa considerando 100 e 90% da CC durante a avaliação da RP, respectivamente (Figura 1).

Os valores de RPC na camada de 10-20 cm, acima dos quais a produtividade da soja e do milho é limitada pelo grau de compactação do solo, foram dependentes do θ em que a RP foi determinada (Figura 2). No caso da soja, a RPC subiu de 2,8 MPa a 100% da CC (Figura 1a), para 4,6 MPa a 90% da CC (Figura 1b). Para o milho, os valores de RPC equivaleram a 2,6 e a 4,2 MPa a 100 e 90% da CC, respectivamente. Para ambas as culturas, a RPC aumentou de modo potencial com a redução do θ no momento da avaliação da RP, atingindo valores próximos a 10 MPa em θ inferiores a 80% da CC (Figura 2). Os valores de RPC em toda a faixa de θ avaliada foram levemente inferiores para o milho 2ª safra em comparação à soja. Assim, sob o ponto de vista de sistemas de produção, os valores de RPC na sucessão soja/milho 2ª sa-

fra devem ser os obtidos para o milho 2ª safra. Os resultados mostram ainda que a RPC na CC foi de 2,8 e 2,6 MPa para a soja e o milho 2ª safra, respectivamente. Portanto, esses valores são superiores ao limite crítico de 2 MPa, geralmente indicado pela bibliografia para esta faixa de θ (BEUTLER et al., 2014). Resultados similares foram obtidos por MORAES et al. (2014), em Latossolo Vermelho muito argiloso manejado em SPD há mais de 20 anos.

Conclusão

A produtividade da soja e do milho 2ª safra responde de maneira quadrática ao estado de compactação do solo, com perdas de produtividade em valores muito baixos ou altos de RP. A RP crítica à produtividade das culturas na sucessão soja/milho 2ª safra depende da θ em que foi determinada, sendo equivalente a 2,6 MPa na CC.

Referências

- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; DA SILVA, A. P.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 575-580, 2004.
- BUSSCHER, W.J.; BAUER, P.J.; CAMP, C.R.; SOJKA, R.E. Correction of cone index for soil water content differences in a coastal plain soil. **Soil Tillage Research**, v. 43, p. 205-217, 1997.
- CATE, R. B.; NELSON, L. A. **A rapid method for correlation of soil test analyses with plant response data**. Raleigh: North Carolina State University, 1965. 66p. (International Soil Testing Series, Technical Bulletin, 1).
- 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.

DEBIASI, H.; MORAES, M. T.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TONON, B. C.; AGASSI, V. J. Desenvolvimento radicular e produtividade da soja em função do estado de compactação de um latossolo vermelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. **Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 3 p. 1 CD-ROM.

DERAL. **Estimativa de safra**. Disponível em <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=137>>. Acesso em: 22 mai. 2016.

MORAES, M. T.; 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, p. 288-298, 2014.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User´s Guide 8.0**. North Caroline, NC: SAS Institute Inc., 1999.

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

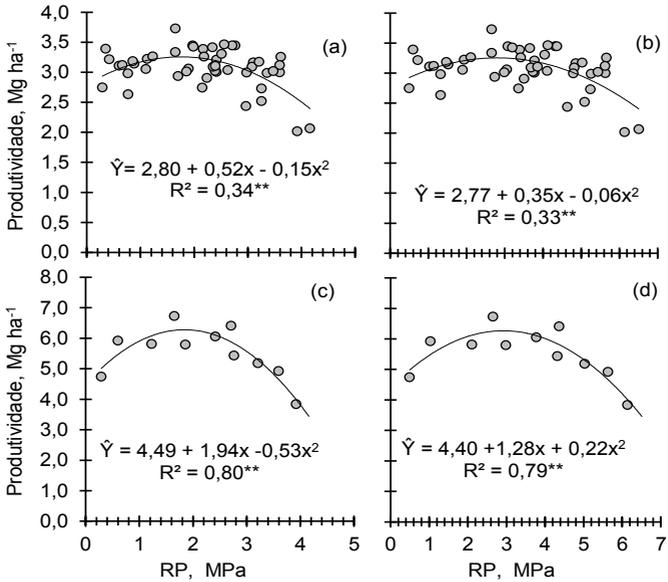


Figura 1. Produtividade da soja (BRS 359 RR) (a,b) e do milho 2ª safra (AG 9010) (c,d) em função da resistência mecânica do à penetração (RP) de um Latossolo Vermelho distroférico, estimada para um conteúdo volumétrico de água equivalente a 100 (a, c) e 90% (b, d) da capacidade de campo.

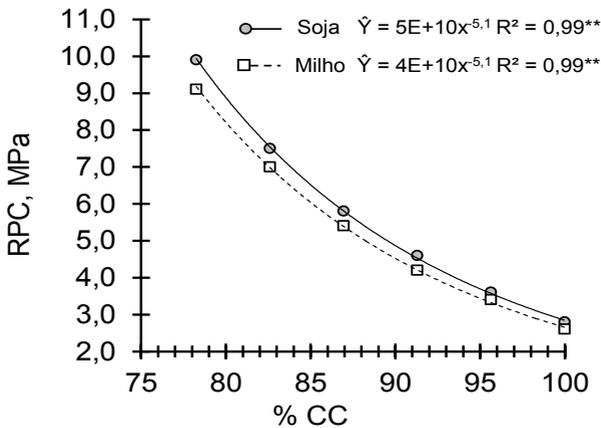


Figura 2. Variação da resistência mecânica à penetração crítica (RPC) de um Latossolo Vermelho distroférico para as culturas da soja (BRS 359RR) e do milho 2ª safra (AG 9010), em função o conteúdo volumétrico de água do solo durante a avaliação da RPC, expressos como porcentagem em relação à capacidade de campo (CC).

Distribuição de raízes de soja em semeadura com haste no SPD em função da escarificação e gessagem

CALANDRELLI, A.¹; ALMEIDA, M.R. ¹; MARONEZZI, L.F.F. ¹; FRANCHINI, J.C.²;
DEBIASI, H.²; SANTOS, E.L.¹

¹Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL, Campus Palhano, Londrina-PR, a.calandrelli@hotmail.com;

²Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

O manejo do solo pode ser compreendido como sendo um conjunto de práticas que, quando usado racionalmente, pode permitir uma alta produtividade das culturas a baixos custos, mas pode também, quando usado de maneira incorreta, levar rapidamente um solo à degradação física, química e biológica e paulatinamente, diminuir o seu potencial produtivo (DEBIASI et al., 2010). O Sistema de Plantio Direto (SPD) vem sendo amplamente utilizado por se apresentar como um sistema de manejo do solo agronomicamente e economicamente viável, com diversos benefícios para os sistemas de produção.

Práticas inadequadas de manejo do solo têm contribuído para a existência, em quase todas as áreas sob SPD, de uma camada de maior grau de compactação, geralmente posicionada a 0,1-0,2 m de profundidade, podendo impedir que as culturas expressem seu potencial produtivo (FRANCHINI et al., 2011).

Para minimizar o problema, muitas vezes a escarificação mecânica realizada com implementos de haste, tem sido indicada como alternativa ao rompimento de camadas compactadas de solo no SPD (KLEIN; CAMARA, 2007), embora seus efeitos persistam por um período igual ou inferior a um ano (VEIGA et al., 2007), uma vez que essa operação não elimina a causa da compactação do solo, mas somente os sintomas. Sendo assim, esta operação poderia ser utilizada como alternativa pontual aliada a posterior utilização de rotação de culturas com plantas de sistema radicular que possibilite explorar camadas mais profundas do solo, e assim propiciar as características desejáveis.

O gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), tem sido utilizado como um produto complementar ao calcário, com aplicações químicas tendo o objetivo de diminuir a toxicidade do Al e aumentar a concentração de Ca em profundidade, possibilitando melhores condições químicas do subsolo, ambiente que geralmente é pouco favorável às raízes (SORATTO et al., 2010). A gessagem pode atuar ainda como condicionador da estrutura do solo, favorecendo a agregação e reduzindo a resistência mecânica do solo à penetração - RP (NUERNBERG et al., 2005). Contudo, o SPD, apesar de suas inúmeras vantagens aos agroecossistemas, possui a problemática da compactação observada nas camadas mais superficiais do solo, interferindo no desenvolvimento e na produtividade das culturas. Sendo assim, na semeadura, o mecanismo de abertura de sulco tipo haste, também chamada de facas ou facões, é um implemento que fica acoplado a um mecanismo de descompactação de camadas da superfície, com a função de cortar e penetrar o solo sendo necessária em determinados casos, principalmente em solos argilosos para romper a camada compactada (CAVICHOLI, 2014).

Considerando que a recomposição física do solo, especialmente na compactação, não pode ser realizada apenas sob o ponto de vista mecânico (ROSA JUNIOR et al., 1994), a hipótese do trabalho é que o gesso tenha ação em profundidade, possibilitando melhor desenvolvimento das raízes, desta forma agindo como agente químico na compactação do solo. Desta maneira, o presente trabalho teve por objetivo

avaliar a distribuição de raízes de soja em semeadura com haste no SPD em função da escarificação e gessagem.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do Curso de Agronomia da UNIFIL – Campus Palhano, em Londrina, PR, sobre um Latossolo Vermelho distroférico muito argiloso. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas sub-subdivididas, três repetições e esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$.

O primeiro fator foi o sistema de manejo do solo (SPD e SPD escarificado somente em maio de 2014) foi alocado nas parcelas principais (10 x 10 m), o segundo fator foi a aplicação de gesso agrícola (com e sem gesso agrícola), alocado nas subparcelas (5 X 10 m) e o terceiro foi a utilização de haste sulcadora (com e sem haste sulcadora) alocado nas sub-subparcelas (2,5 X 10 m). A dose de gesso foi calculada conforme Tecnologias... (2013), a partir do teor de argila, sendo equivalente a $3,5 \text{ Mg ha}^{-1}$. O gesso foi distribuído a lanço e em superfície em maio/2014, antes da escarificação. As parcelas mediram 10 m de comprimento e 10 m de largura, totalizando 100 m^2 , e a área foi ocupada pelas culturas do trigo durante a safra de outono/inverno e da soja durante a safra primavera/verão.

A semeadura da cultura da soja (Cultivar NA 2909 RG), foi realizada na primeira quinzena do mês de novembro de 2015, dentro do zoneamento climático da cultivar, em espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de 300 mil plantas ha^{-1} . O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi efetuado conforme as indicações técnicas para a cultura. A semeadora/adubadora utilizada foi equipada com disco liso, para cortar os resíduos de cultura. No tratamento sem haste sulcadora, foram utilizados somente discos duplos defasados, para posicionar a semente no solo; e um conjunto de duas rodas, de ação em forma de "V", para fechar o sulco de semeadura. No tratamento com haste sulcadora, apenas foi acoplado uma haste com 12 mm de espessura, ajustada para operar em 21 cm de profundidade, após o disco liso de corte dos resíduos de cultura. No estágio R_2 da cultura da soja, foi realizada

a avaliação do sistema radicular através da amostragem em monólitos divididos nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm. Os monólitos foram coletados em uma largura de 0,3 m iniciada em relação a linha de semeadura e distanciando 0,15 para cada direção da entrelinha, com espessura de 0,07 m. Posteriormente, as raízes foram lavadas com auxílio de peneira com malha de 3 mm e água corrente para limpeza do solo aderido. Após a drenagem do excesso de água, as raízes foram separadas dos nódulos e levadas para secagem em estufa a 65°C até obter peso constante, quando foram pesadas. Calculou-se a massa seca de raízes nas camadas amostradas.

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

Resultados e Discussão

A avaliação total das raízes no perfil demonstrada pela variável distribuição de raízes (Tabela 1) não apresentou interação significativa (teste F, $p < 0,05$) entre os fatores manejo do solo, gessagem e haste sulcadora, quando analisados na camada 0,00 – 0,05 m. Isso pode ser oriundo das atividades exercidas pelas etapas de semeadura, como o revolvimento exercido pelo disco de corte da palhada ou até mesmo pela mobilização do solo pelo disco de semeadura. Desta forma, independente do manejo do solo as condições nesta camada acabam sendo semelhantes. Houve interação entre o manejo do solo e a gessagem na camada 0,05 – 0,1 m, onde a utilização do gesso agrícola no SPD (Sistema Plantio Direto) apresentou maior quantidade de raízes. Neste caso, quando foi utilizado o gesso agrícola no SPD houve um aumento superior a 60% de raízes. Conforme Neis et al., (2010), os maiores teores de sulfato no solo, no plantio direto sem revolvimento, encontram-se na camada superficial, o que justifica a diferença entre o SPD e o ESC (Escarificado) no presente trabalho.

A camada 0,1 – 0,2 m apresentou interação significativa (teste F, $p < 0,05$) entre o manejo do solo e a utilização de haste sulcadora, com maiores médias proporcionadas pela utilização da haste. A resposta de aumento da raiz nesta camada quando houve a utilização da haste é decorrente da maior facilidade de desenvolvimento das raízes, pois, práticas inadequadas de manejo do solo têm contribuído para a existência, em áreas sob SPD, de uma camada de maior grau de compactação, geralmente posicionada a 0,1 - 0,2 m de profundidade (FRANCHINI et al., 2011), isso pode ter aumentado a resistência do solo e impedido o crescimento das raízes.

Na camada 0,2 – 0,4 m a interação foi entre o manejo do solo e a utilização do gesso agrícola, neste caso, quando foi utilizado o gesso agrícola, houve um aumento superior a 98% de raízes no SPD em relação ao tratamento ESC. Portanto, a gessagem atuou com um condicionador das estruturas do solo, favorecendo a agregação e reduzindo a resistência mecânica do solo à penetração, desta forma proporcionando ambiente favorável ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas de soja (SHAINBERG et al., 1989; ROSA JUNIOR et al., 2006).

Na Figura 1 a distribuição de raízes (kg ha^{-1}) de soja no perfil (camada 0,0 – 0,6 m) mostra uma maior concentração das raízes estão na camada 0,0 – 0,20 m, com pequena diferença desta em relação ao valor total considerando a camada 0,0 – 0,6 m. Neste caso também, há pouca variação na distribuição de raízes entre as duas camadas demonstradas e os tratamentos.

No tratamento ESC houve pouca variação entre a gessagem e a utilização de haste sulcadora (5%). No entanto, o SPD apresentou uma superioridade de até 12% de matéria seca de raiz, quando foi utilizado o gesso sem a haste sulcadora, comparado ao tratamento sem gesso e sem a haste sulcadora. Desta forma a gessagem contribuiu para um maior desenvolvimento do sistema radicular da soja, pois de acordo com Rajj (2008) a aplicação de gesso agrícola possibilita melhores condições do subsolo, atuando sobre a compactação do solo, tornando favorável este ambiente para o crescimento das raízes.

O SPD apresentou uma quantidade maior de matéria seca de raiz em relação ao ESC, com diferenças acima de 26% quando comparado à aplicação de gesso agrícola sem a utilização da haste sulcadora.

Conclusão

A utilização de haste sulcadora durante a semeadura da soja, proporcionou maior desenvolvimento de raiz na camada 0,1 – 0,2 m, sendo o SPD o que maior concentração de raízes em relação ao escarificado.

O gesso contribuiu para uma maior produção de matéria seca de raiz no perfil do solo no Sistema Plantio Direto, mesmo sem a utilização de haste sulcadora.

Referências

CAVICHIOLO, F. A. **Velocidade de semeadura e profundidade da haste em sistema plantio direto de milho e soja**. 2014. 65f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal.

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.

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).

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 221-227, 2007.

NEIS, L.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. de; REIS, E. F. dos; PINTO, F. A. **Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do sudoeste de Goiás**. 2010. Tese (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás – UFG, 2010. Goiás, 2010.

NUERNBERG, N.J.; RECH, T.D.; BASSO, C. **Usos do gesso agrícola**. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 2005. 36 p. (Epagri. Boletim Técnico, 122).

RAIJ, B.V. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 2008. 233p.

ROSA JÚNIOR, E.J.; MARTINS, R.M.G.; ROSA, Y.B.C.J.; CREMON, C. Calcário e gesso como condicionantes físico e químico de um solo de cerrado sob três sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, p.37-44, 2006.

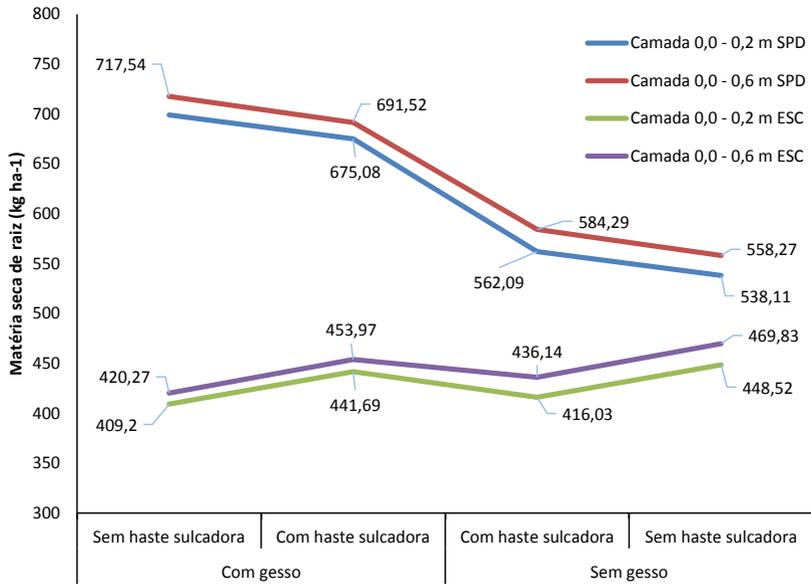
ROSA JUNIOR, E.J.; VITORINO, A.C.T.; VITORINO, P.F.P. Efeito da calagem, gessagem e adubação fosfatada sobre algumas características físicas de um Latossolo Roxo Distrófico de Dourados, MS. **Revista Científica**, Campo Grande, v.1, n.1, p.5-12, 1994.

SHAINBERG, I.; SUMNER, M.E.; MILLER, W.P.; FARINA, M.P.W.; PAVAN, M.A.; FEY, M.V. Use of gypsum on soils: a review. **Advances in Soil Science**, New York, v.9, p. 1-323 111, 1989.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. & MELLO, F.F.C. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. **Bragantia**, v. 69, p. 965-974, 2010.

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

VEIGA, M.; HORN, R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Soil compressibility and penetrability of an Oxisol from southern Brazil, as affected by long-term tillage systems. **Soil & Tillage Research** v. 92, p. 104-113, 2007.



SPD = Sistema Plantio direto, ESC = Sistema Plantio direto escarificado.

Figura 1. Distribuição de raízes (kg ha^{-1}) de soja no perfil (camada 0,0 – 0,6 m) em sistema plantio direto com a utilização de haste sulcadora em função da escarificação e gessagem. Londrina, PR. 2016.

Tabela 1. Distribuição de raízes (kg ha⁻¹) de soja nas camadas do solo em sistema plantio direto com a utilização de haste sulcadora em função da escarificação e gessagem. Londrina, PR. 2016.

Manejo do solo	Gesso		Haste sulcadora		Media
	Com	Sem	Com	Sem	
----- Camada 0,0 – 0,05 m -----					
SPD	424,57 Aa ¹	366,58 Aa	422,53 Aa	368,62 Aa	395,58
ESC	293,24 Aa	272,52 Aa	279,54 Aa	286,22 Aa	282,88
Media	358,91	319,55	351,04	327,42	
CV Preparo (%) = 35,30; CV Gessagem (%) = 35,98; CV Haste sulcadora (%) = 26,02					
----- Camada 0,05 - 0,1 m -----					
SPD	237,42 Aa	140,04 Ab	205,52 Aa	171,94 Aa	188,73
ESC	90,82 Ba	138,33 Aa	137,26 Ba	91,89 Ba	114,58
Media	164,12	139,19	171,39	131,92	
CV Preparo (%) = 24,80; CV Gessagem (%) = 34,70; CV Haste sulcadora (%) = 28,07					
----- Camada 0,1 – 0,2 m -----					
SPD	37,08 Aa	31,49 Aa	47,03 Aa	21,53 Ab	34,28
ESC	25,14 Aa	37,67 Aa	24,89 Ba	37,92 Aa	31,41
Media	31,11	34,58	35,96	29,73	
CV Preparo (%) = 39,95; CV Gessagem (%) = 39,27; CV Haste sulcadora (%) = 40,57					
----- Camada 0,2 – 0,4 m -----					
SPD	10,93 Aa	11,35 Aa	8,89 Aa	13,40 Aa	11,15
ESC	5,59 Ab	14,79 Aa	6,94 Aa	13,44 Aa	10,19
Media	8,26	13,07	7,92	13,42	
CV Preparo (%) = 42,05; CV Gessagem (%) = 19,29; CV Haste sulcadora (%) = 34,13					
----- Camada 0,4 – 0,6 m -----					
SPD	7,54 Aa	8,81 Aa	7,55 Aa	8,80 Aa	8,18
ESC	5,48 Aa	6,52 Aa	5,34 Aa	6,67 Aa	6,01
Media	6,51	7,67	6,45	7,74	
CV Preparo (%) = 96,73; CV Gessagem (%) = 59,47; CV Haste sulcadora (%) = 72,40					

¹Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente (Teste F, p < 0,05). ²SPD = Sistema Plantio direto ³ESC = Sistema Plantio direto escarificado.

Determinação do índice de dispersibilidade de proteína (IDP) e do índice de solubilidade do nitrogênio (ISN) dos grãos de soja colhidos na safra 2014/2015

OLIVEIRA, M. A.¹; LORINI, I.¹; MANDARINO, J. M. G.¹; BENASSI, V. T.¹; FRANÇA-NETO, J. B.¹; HENNING, A. A.¹; KRZYZANOWSKI, F. C.¹; HENNING, F. A.¹; HIRAKURI, M. H.¹; LEITE, R. S.²; OSTAPECHEN, C. F.³; SANTOS, L. E. G.⁴

¹Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR, marceloalvares.oliveira@embrapa.br; ²Analista, Embrapa Soja;

³Estagiário, Embrapa Soja - UNOPAR; ⁴Estagiário, Embrapa Soja - UTFPR.

Introdução

A soja é uma leguminosa de grande interesse na economia mundial e importante na alimentação humana. Os principais constituintes da soja são a proteína e o óleo, sendo que o grão de soja contém cerca de 40% de proteína e 20% de óleo em peso seco. É uma boa fonte de minerais e de vitaminas do complexo B. A soja contém ainda componentes conhecidos como fatores antinutricionais. Estes incluem inibidores de proteases, lecitinas, oligossacarídeos, fitatos e saponinas.

A qualidade tecnológica da soja está associada a propriedades quantitativas e qualitativas. As características quantitativas estão relacionadas com o teor de umidade, e principalmente, lipídios e proteínas. Suas

características qualitativas são compostas por globulinas, glutelinas, albuminas e prolaminas e de uma fração lipídica que são extremamente importantes para caracterizar a qualidade tecnológica e destinar os grãos de soja para a produção de diferentes produtos e linhas de processamento. Suas propriedades dependem das condições de cultivo, do local de cultivo, da colheita e estocagem dos grãos.

O efeito do grau de maturação, cultivar, condições de estocagem, percentual de grãos danificados e o processamento alteram as propriedades físico-químicas e funcionais das proteínas da soja, principalmente, a viscosidade, espumabilidade, capacidade de geleificação e capacidade emulsificante (CARRÃO-PANIZZI et al., 2006).

O uso de produtos proteicos de soja pela indústria alimentícia tem aumentado devido ao seu custo relativamente baixo e principalmente suas características funcionais. A capacidade que as proteínas de soja possuem para melhorar certas propriedades num sistema alimentares tais como formação e estabilidade de emulsão, depende de numerosos fatores. Assim sendo, o conteúdo de proteínas, sua solubilidade, sua capacidade de dispersão, pH do meio, temperatura e métodos de processamento alteram suas propriedades funcionais e tecnológicas (HUTTON; CAMPBELL, 1977; WANG et al., 1997).

A solubilidade e dispersibilidade das proteínas da soja são propriedades físico-químicas relacionadas com as outras propriedades funcionais, razão pela qual são as primeiras propriedades a serem estudadas numa investigação sistemática (MATTIL, 1971; HERMANSSON, 1979).

As aplicações tecnológicas dos produtos proteicos de soja dependem das propriedades funcionais, que variam de acordo com o grau de desnaturação sofrida pelas proteínas (WAGNER; AÑON, 1990). As proteínas da soja são sensíveis as diferentes condições de desnaturação. Como a maioria dos alimentos processados sofrem tratamentos térmicos durante seu processamento, a desnaturação pelo calor, principalmente o calor úmido, é de interesse particular, pois diminui a solubilidade das proteínas. Assim sendo os índices que medem a solubi-

lidade das proteínas são de extrema importância para avaliar o grau de tratamento térmico aplicado aos produtos proteicos de soja. Os mais comuns são o índice de solubilidade de nitrogênio (ISN) e o índice de dispersibilidade de proteína (IDP) (CARRÃO-PANIZZI et al., 2006).

Os índices ISN e IDP são utilizados para caracterizar a solubilidade de preparações proteicas comerciais de soja tais como: farinha e farelo desengordurados, concentrados e isolados proteicos (WIJERATNE, 1991).

O farelo de soja contendo baixo teor de urease e de altos índices de IDP (ao redor de 45%) pode indicar que a amostra é definitivamente de alta qualidade porque foi adequadamente processada termicamente (baixo teor de urease), mas não super processada, o que acarretaria em baixos índices de IDP (CAPRITA et al., 2010).

Este trabalho teve como objetivo avaliar os índices de solubilidade de nitrogênio (ISN) e os índices de dispersibilidade proteica (IDP) em amostras de soja coletadas em nove Estados produtores na safra 2014/2015, caracterizando a matéria prima soja em relação a esses atributos.

Material e Métodos

Foram usados grãos de soja (*Glycine max* (L.) previamente moídos em moinho refrigerado. Sendo analisadas um total de 450 amostras de soja da safra de 2014/15.

Para a extração e determinação de (ISN) foram pesados 2,5 g de cada amostra e transferidos para erlenmeyer com 100 ml de água destilada a 30°C. Em seguida levadas para o agitador mecânico por duas horas e a 30°C. Após decantar por 10 minutos centrifugou-se 50 ml do seu sobrenadante em tubo falcon por 10 minutos a 1.500 rpm, seu sobrenadante foi filtrado com papel filtro quantitativo em um béquer. Do filtrado, pipetou-se 5 ml do líquido em um tudo de Kjeldahl com 1 g de catalisador e 2 ml de ácido sulfúrico concentrado. Após a proteína digerida pelo aparelho Kjeldahl essa foi dosada de acordo com a metodologia aplicada para a determinação. Na determinação do nitrogênio

total foi usado o método oficial para determinação de proteína bruta. Na obtenção do índice de solubilidade foi adotado o método descrito na American Association of Cereal Chemists (AOCS) Ba 11-65, destacando-se pela técnica de lenta agitação. O ISN foi calculado pela relação: $\%ISN = (\% \text{ nitrogênio solúvel em água} / \% \text{ nitrogênio total}) \times 100$.

Para a extração e determinação de (IDP) foram pesados 10,0 g de cada amostra e transferidos para erlenmeyer com 150 ml de água destilada a 25°C. E levados para agitação no dispersor Ika Turax T-18. Cada amostra foi misturada por 10 minutos e em seguida decantada por mais 10 minutos. Centrifuga-se 50 ml do seu sobrenadante em tubo falcon por 10 minutos a 2.700 rpm. Do sobrenadante, pipetou-se 5 ml do líquido em um tubo de Kjeldahl com 1g de catalisador e 2 ml de ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente, a proteína digerida pelo aparelho Kjeldahl a proteína foi dosada de acordo com a metodologia aplicada para a determinação e determinada na forma bruta usando o método oficial. O índice de dispersibilidade de proteína (IDP) foi obtido conforme o método da American Oil Chemists' Society (AOCS) Ba 10-65, destacando-se pela técnica de rápida agitação. O IDP foi calculado pela relação: $\%IDP = (\% \text{ proteína dispersível em água} / \% \text{ proteína total}) \times 100$.

Resultados e Discussão

As médias de IDP ocorreram acima de 80% (Figura 1) em todas as regiões do Brasil. Durante o processamento da soja, com intuito de inativar os fatores antinutricionais, esses índices podem ser reduzidos. Caprita et al. (2010) afirmaram que as indústrias de ração animal atualmente preconizam que o IDP de 45% no farelo seja como ótimo para a formulação de rações e os resultados deste trabalho demonstram que com as amostras de grãos de soja do Brasil da safra de 2014/15, se utilizadas rapidamente para o processamento na forma de farelo, com condições adequadas de processo, seria possível produzir o farelo com índices de IDP próximos aos 45% desejados. Em relação ao ISN, apenas as amostras dos estados de Goiás e Bahia, apresentaram índices inferiores a 70%, os estados do Centro-oeste e Sudeste índices intermediários e os estados do Sul os maiores índices.

Conclusão

Em todas as regiões avaliadas os grãos de soja apresentaram índices de solubilidade (ISN) e dispersibilidade (IDP) acima de 65%, o que demonstra uma qualidade satisfatória da proteína da soja plantada no Brasil na safra de 2014/15. Na comparação entre as regiões produtoras, verificou-se um maior teor em ambos os índices para os estados da região sul, possivelmente resultado das condições climáticas, estocagem dos grãos ou até mesmo de características próprias das cultivares plantada.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições a seguir nominadas pela colaboração na coleta uniforme e representativa das amostras de soja usadas neste trabalho e que fazem parte do Projeto de Pesquisa QUALIGRÃOS da Embrapa: Cotrijal, Cotriel, Cotripal, Cotribá, Coagrisol, Coopercampos, Cooperalfa, Cotriguaçu, C.Vale, Coopavel, Lar, Copacol, Copagrill, Coagru, Castrolanda, Agrária, Frisia, Capal, Integrada, Cocamar, Coamo, Cocari, Copasul, Copacentro, Caramuru Alimentos, Comigo, Sindicato Armazéns Gerais de Goiás, Ceagesp, Coopermota, Coopercitrus, Aprosoja, Copadap, Copamil, Protec, Ufla, Apassul, Aprosc, Apasem, Apps, Apsemg, Apressul, Aprosmat, Agrosem, Aposem, Abrass, Sementes Adriana, Belagrícola, Sementes Fróes, Sementes Mauá, Sementes Goiás, Sementes Lagoa Bonita, Sementes Brejeiro e Sementes Ellit.

Referências

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the AOCS**. 6. ed. Urbana: AOCS, 2009.

CAPRITA, R.; CAPRITA, A.; CRETESCU, I. Protein solubility as quality index for processed soybean. **Scientific Papers: Animal science and biotechnologies**, v. 43, n. 1, p.375-378, 2010.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; CRANCIANINOV, W. S.; MANDARINO, J. M. G. Índice de solubilidade de nitrogênio e índice de dispersibilidade de proteína, em cultivares de soja semeadas em Londrina e Ponta Grossa, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina.

Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 132-133.

HERMANSSON, A. M. Methods of studying functional characteristics of vegetable proteins. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 56, n. 3, p. 272-278, 1979.

HUTTON, C. W.; CAMPBELL, A. M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems; nitrogen solubility index and water absorption. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 2, p. 454-456, 1977.

MATTIL, K. F. The functional requirements of proteins for foods. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 48, n. 2, p. 477-484, 1971.

WAGNER, J.R.; AÑON, M.C. Influence of denaturation, hydrophobicity and sulphhydryl content on solubility and water absorbing capacity of soy protein isolates. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 3, p. 765-770, 1990.

WANG, S. H.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, S. M. Bebidas à base de extrato hidrossolúvel de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 73-77, 1997.

WIJERATNE, W. B. Functional properties of soy proteins in food systems. In: TANTEERATARM, K. (Ed.). **Soybean processing for food uses**. Illinois: INTSOY/University of Illinois, 1991. p. 34-53.

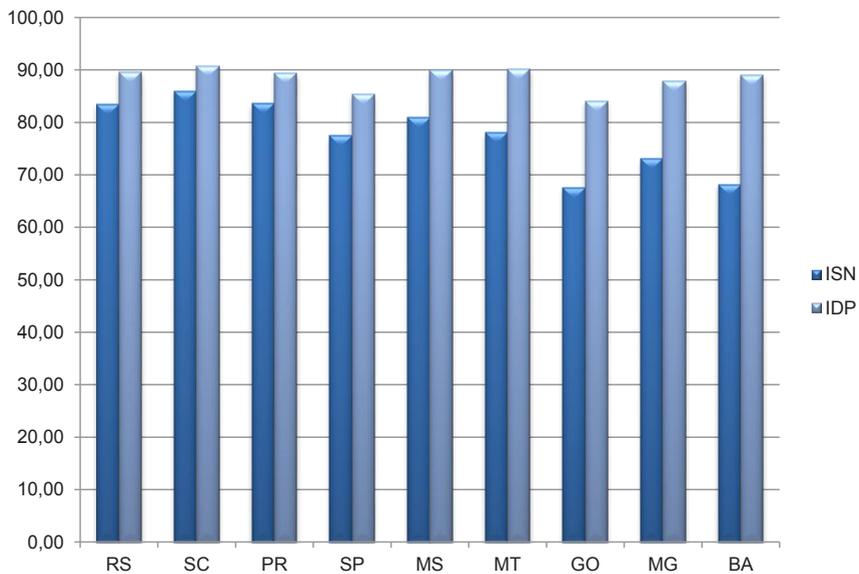


Figura 1. Médias de índice de ISN e IDP em grãos de soja da safra de 2014/15.

Efeito não-alvo do inseticida indoxacarbe sobre a lagarta *Spodoptera eridania* em soja Bt

CASAROTO FILHO, J.V.¹; ROGGIA, S.²

¹ Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL), Bolsista FAPED; ² Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

A soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, com destacada importância econômica e social, nas diversas regiões do país em que é cultivada. O Brasil é um dos países que mais produzem soja no mundo, e também um dos principais exportadores (IBGE, 2016). O sucesso desta cultura 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.

Um dos principais avanços tecnológicos recentes, na cultura da soja, foi o lançamento comercial da soja Bt, em 2013, que é uma planta transgênica que contém o gene *cry1Ac*, originário da bactéria *Bacillus thuringiensis*, que produz uma proteína inseticida (Cry1Ac) capaz de

controlar as principais espécies de lagartas da cultura. Essa proteína é expressa em diversos tecidos da planta o longo de todo seu ciclo, proporcionando a proteção da planta ao ataque de lagartas-alvo. Essa proteína tem ação específica sobre algumas espécies de lagartas, que ao se alimentarem da soja Bt ingerem a proteína Cry1Ac, a qual se liga aos receptores no tubo digestivo do inseto, provocando ruptura da membrana do intestino médio das lagartas, ocasionando a morte do inseto. Porém as lagartas do gênero *Spodoptera* (*S. eridania*, *S. cosmiodes*, *S. frugiperda* e *S. albula*), não são controladas pela soja Bt. Atualmente essas espécies são consideradas pragas secundárias na cultura (CONTE et al., 2015), apesar de ocorrerem de forma esporádica e pontual nas lavouras de soja, essas espécies apresentam maior capacidade de desfolha em relação a lagarta da soja e lagarta-falsa-medideira (BUENO et al., 2011), além de atacarem as vagens, o que determina um maior potencial de dano das espécies de *Spodoptera* em relação às demais. Sendo assim necessário a realização de estudos sobre métodos de controle dessas lagartas a fim de orientar o agricultor sobre o melhor estratégia de manejo da praga.

No contexto do manejo integrado de pragas (MIP) várias estratégias de controle devem ser consideradas, as quais devem ser embasadas pela amostragem e considerarem fatores ambientais, bióticos e abióticos, que podem determinar maior ou menor intensidade de ataque da praga, maior ou menor capacidade da planta em tolerar o ataque sem perdas de produtividade, bem como, podem proporcionar o controle natural da praga. No entanto, quando o nível de ação é atingido a principal estratégia de controle habitualmente utilizada é o controle químico. Assim, é importante se conhecer a eficiência de inseticidas para o controle de lagartas do gênero *Spodoptera*. Portanto, foi realizado esse trabalho com objetivo de estudar o efeito não-alvo do inseticida indoxacarbe no controle da lagarta *Spodoptera eridania* em soja Bt.

Materiais e Métodos

O experimento foi desenvolvido em condições de campo na safra de 2015/16, na Embrapa Soja, Londrina, PR. A partir de um estudo instalado em soja Bt (BRS 1010 IPRO) e não-Bt (BRS 359 RR) para avaliar

o impacto de inseticidas sobre agentes de controle biológico e organismos não-alvo foi realizada a avaliação do efeito não-alvo de indoxacarbe (400 mL de Avatar®/ha) e clorantraniliprole (50 mL de Premio®/ha) sobre a mortalidade de *Spodoptera eridania* em soja, comparativamente a uma testemunha sem aplicação de inseticidas. Avatar® está registrado na cultura da soja para o controle de lagartas consideradas de difícil controle como *Chrysodeixis includens*, *Helicoverpa armigera* e *S. frugiperda*. Premio® está registrado em soja para o controle de várias espécies de lagartas como *S. eridania*, *C. includens*, *Helicoverpa* sp., *Anticarsia gemmatalis* e outras. Foi utilizada a dose de Avatar® registrada em soja para *C. includens* e Premio® foi usado na máxima dose de registro para *S. eridania* em soja.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial (2x3) sendo o fator principal composto pelas duas cultivares de soja e o fator secundário pelos dois produtos e a testemunha, perfazendo seis tratamentos, cada um com cinco repetições. Cada repetição consistiu em uma parcela de campo de 10x15m. Ambas cultivares foram semeadas no dia 02/12/2015, em sistema de semeadura direta, foi realizada adubação em linha de acordo com a indicação da análise de solo. Não foram utilizados inseticidas previamente a instalação do experimento que ocorreu no dia 25/02/2016, quando a soja encontrava-se no estágio R_{5.4}. Os produtos foram pulverizados sobre parcelas de soja utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO₂, visando obter pressão constante. O pulverizador foi calibrado para aplicar 150 L de calda/ha. Utilizou-se ponta leque AXI 110-015 e pressão de trabalho de 60 PSI (413,69 kPa). As condições ambientais foram, temperatura do ar de 30°C, umidade relativa do ar de 59% e velocidade do vento de 9 km/h. A calda de pulverização foi preparada inicialmente adicionando-se o adjuvante Nimbus®, na dose de 2,5 mL/L de calda, e em seguida foi adicionado o inseticidas em estudo.

A avaliação da mortalidade de *S. eridania* foi realizada 11 dias após a aplicação, amostrando-se a densidade populacional pelo método do pano-de-batida. Os dados obtidos foram transformados por $(x + 0,01)^{0,5}$

visando a sua normalização. Em seguida foram submetidos à análise de variância para verificar a significância do efeito fatorial e de tratamentos e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Não houve interação fatorial significativa (Tabela 1), o que indica que o efeito dos produtos sobre a lagarta não é alterado pela cultivar de soja (Bt ou não-Bt). Também não foi constatada diferença significativa entre as médias gerais das cultivares de soja, indicando que a soja Bt não proporciona maior ou menor mortalidade das lagartas, corroborando com o observado por em condições de laboratório por BORTOLOTTO et al. (2014).

No entanto, foi observada diferença significativa para a densidade de lagartas entre os produtos estudados. A menor densidade da lagarta foi observada no tratamento com clorantraniliprole, sendo significativamente inferior a indoxacarbe. Indicando que, nas doses estudadas, clorantraniliprole apresentou melhor desempenho. O cálculo da mortalidade relativa indica que clorantraniliprole proporcionou mortalidade da maior parte (82%) dos insetos enquanto que com indoxacarbe a mortalidade foi de apenas 51%.

Os resultados indicam que a dose utilizada de clorantraniliprole apresenta mortalidade satisfatória para ser usado para o controle de *S. eridania* em soja. Por outro lado, o uso de indoxacarbe, para o manejo de outras pragas da soja, não proporciona controle satisfatório de *S. eridania* em soja, na dose estudada.

Conclusão

A soja Bt não interfere no efeito dos inseticidas indoxacarbe e clorantraniliprole sobre a lagarta *Spodoptera eridania*. A soja Bt não provoca mortalidade da lagarta. A mortalidade provocada por indoxacarbe (400 mL de Avatar[®]/ha) é inferior ao obtida com clorantraniliprole (50 mL de Premio[®]/ha).

Referências

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.

BORTOLOTTO, O.C.; SILVA, G.V.; BUENO, A.F.; POMARI, A.F.; MARTINELLI, S., HEAD, G.P.; CARVALHO, R.A.; BARBOSA, G.C. Development and reproduction of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) and its egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) on the genetically modified soybean (Bt) MON 87701 × MON 89788. **Bulletin of Entomological Research**, v.104, n.6, p.724-30, 2014.

BUENO, R.C.O.F.; BUENO, A.F. MOSCARDI, F.; PARRA, J.R.P.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v.67, p.170-174, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: v.3 - safra 2015/2016 – n.8 – oitavo levantamento** | maio 2016. Brasília, CONAB, 2016. 178p.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F.T. de.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ROGGIA, S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 60 p. (Embrapa Soja, Documentos n.361).

Tabela 1. Densidade populacional e mortalidade relativa da lagarta *Spodoptera eridania* em resposta a aplicação de inseticidas em soja Bt e não-Bt. Safra agrícola 2015/16, Londrina, PR.

Inseticida	Densidade de lagartas/m linear ¹			Mortalidade relativa (%) ²
	Cultivar de soja		Media	
	BRS 1010 IPRO	BRS 359 RR		
Indoxacarbe	0,80	0,86	0,83 b	50,60
Clorantraniliprole	0,10	0,50	0,30 c	82,14
Testemunha	1,70	1,66	1,68 a	-
Media	0,87 A	1,01 A	-	-

¹ Não houve interação fatorial entre cultivares de soja e inseticidas, coeficiente de variação de 31,51%; médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, coeficiente de variação de 1,79% e 24,51%, respectivamente. ² Mortalidade relativa a testemunha, calculada a partir das médias das cultivares de soja (Abbot ,1925).

Aspectos biológicos de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e indução dos compostos fenólicos da soja

UEDA, T. E.¹; GRAÇA, J. P.²; SALVADOR, M. C.³; GOIS, M. S.⁴; LUSKI, P. G.⁵; DIAS, B. F.⁶; VENTURA, M. U.⁷; OLIVEIRA, M. C. N. DE⁸; HOFFMANN-CAMPO, C. B.⁸

¹Doutoranda, Universidade Estadual de Londrina, tatiana_ueda@hotmail.com; ²Pós-doutorando, CNPq; ³Professor, Instituto Federal de Mato Grosso; ⁴Mestranda, Universidade Estadual de Londrina; ⁵Graduanda, Centro Universitário Filadélfia; ⁶Graduanda, Universidade Norte do Paraná; ⁷Professor, Universidade Estadual de Londrina; ⁸Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é um dos produtos agrícolas de maior importância econômica para o Brasil, considerando-se sua produtividade e participação nas exportações no mercado internacional. Estima-se que a safra brasileira 2015/2016, a qual está praticamente finalizada, atinja uma produção de 96 milhões de toneladas, ocupando posição de destaque nas exportações do país (CONAB, 2016).

Durante todo o ciclo, espécies vegetais de importância econômica estão vulneráveis ao ataque de diversos insetos e patógenos. Na cultura da soja, estimativas de perda são da ordem de 37% da produção, das quais aproximadamente 13% são causadas por insetos (SILVA-FILHO;

FALCO, 2000). Dentre as principais pragas desfolhadoras da cultura, podemos destacar *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) que pode consumir até cerca de 100 a 150 cm² de área foliar, na sua fase larval (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000), causando severos danos à planta, em regiões cultivadas em todo o país.

Dentro do melhoramento vegetal, a resistência das plantas visa o estudo e a busca de novos materiais ou fontes de resistência (PI “Plant introduction”, genótipos selvagens, etc) de interesse agrônômico e biológico (SCHOONHOVEN et al., 2005) para o desenvolvimento de cultivares tolerantes e/ou resistentes a pragas. Durante a interação inseto-planta vários metabólitos secundários são relacionados aos mecanismos de resistência das plantas, como antibiose e antixenose (KIM et al., 2014; YAN et al., 2015). Na soja, os flavonoides, constituem um grupo de substâncias derivados da rota dos fenilpropanoides, conhecidos pela sua capacidade de afetar o desenvolvimento de pragas (DU et al., 2010). Essas substâncias químicas podem ser tóxicas ou repelentes com efeitos deletérios sobre importantes pragas da soja (HOFFMANN-CAMPO, 1995). Algumas dessas substâncias são constitutivas da planta, no entanto, podem ter suas rotas metabólicas induzidas (STOUT, 2013).

Assim, este trabalho teve como objetivo determinar a capacidade de IAC 24, PI 227687 (resistentes a insetos) induzirem a ativação da rota de fenilpropanoides, em comparação com as cultivares BRS 257 e BMX Potência RR, avaliando a interferência dessa indução na capacidade de defesa das plantas ao ataque de *A. gemmatalis*.

Material e Métodos

Cultivo das plantas: Os genótipos IAC 24, PI 227687 (resistentes à insetos), BRS 257 e BMX Potência RR (suscetíveis) foram semeados em vasos plásticos de 5 litros e cultivados em casa-de-vegetação sob temperatura (28 °C ± 2 °C), umidade relativa (70%) e fotoperíodo (14 h) controlados. No estágio V5 (FEHR; CAVINESS, 1977), os trifólios foram coletados, lavados em água com 5% de hipoclorito de sódio, enxaguados, secos, sendo o pecíolo enrolado em algodão úmido para

evitar o ressecamento da folha e oferecidas às lagartas.

Biologia dos insetos: As lagartas da espécie *A. gemmatalis* foram obtidas da criação massal da Embrapa Soja. No 3º instar, as lagartas foram pesadas e individualizadas em recipientes plásticos (200 mL). Durante o desenvolvimento, os insetos foram mantidos em câmara B.O.D. (“Biochemical Oxygen Demand”) em condições controladas de temperatura ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($60 \pm 10\%$) e fotoperíodo (14 h). Foram realizadas avaliações diárias do inseto até atingir a fase de pupa, observando-se a duração dos estágios larvais e pupal (dias) e mortalidade (%). Após 48 h da transformação, as pupas foram pesadas. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com 50 repetições por tratamento (genótipo).

Metabólitos constitutivos e induzidos por *A. gemmatalis*: Para observação do comportamento dos flavonoides constitutivos e induzidos, plantas de soja foram crescidas nas condições descritas anteriormente até o estágio V5, e seus trifólios individualizados em gaiolas de tecido de voil (sem removê-los da planta). Para ocasionar a indução, foram utilizadas lagartas de 5º instar de *A. gemmatalis* para herbivoria. Após 48 h, os trifólios lesionados e controle foram coletados, imediatamente mergulhados em nitrogênio líquido e armazenados em ultrafreezer ($-80\text{ }^{\circ}\text{C}$). Para extração dos compostos fenólicos, as amostras foram maceradas em nitrogênio líquido em almofariz, transferidas para tubo “Falcon” (15 mL) e pesadas, seguido da adição de 5 mL de MeOH 90%. As amostras foram então submetidas ao banho de ultrassom por 20 minutos e centrifugadas a 5650 rpm a $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 10 minutos. O sobrenadante das amostras foi coletado com auxílio de pipetas Pasteur, transferido para tubos, e secos sob corrente de vácuo. Depois de completamente secas, as amostras foram resolubilizadas em 1,5 mL de MeOH 80% e filtradas em filtros-seringa (“Acrodiscos”) com membrana Millipore® $0,45\text{ }\mu\text{m}$ e transferidas para os *vials* do auto-injetor. A identificação e quantificação dos isoflavonoides foi realizado em HPLC-Shimadzu (modelo Prominence 20A®) com detecção (SPD-M20A), coluna C18, 5μ , $4,6 \times 250\text{mm}$ (Thermo Scientific®); fase móvel (A) MeOH/CH₃COOH/H₂O – 90:5:5 v/v e (B) H₂O/CH₃COOH – 98:2 v/v,

em gradiente 75 até 25% da fase B em 40 minutos, seguido de regime isocrático por 5 minutos e mais 5 minutos nas condições iniciais.

Análise estatística: O delineamento estatístico para este experimento foi o inteiramente casualizado com quatro genótipos e dois tratamentos: Induzido (com dano) e Constitutivo (sem dano), com 10 repetições. A mortalidade das lagartas foi comparada pelo teste de qui-quadrado (χ^2), conforme Banzatto & Kronka (1992), ao nível de 5% de probabilidade. As demais variáveis foram submetidas à análise exploratória para a verificação dos pressupostos exigidos para a análise de variância (ANOVA). Em seguida, foram realizadas comparações múltiplas das médias pelo teste de Tukey e Duncan a 5% de probabilidade, utilizando o pacote Statistical Analysis System, versão 9.2 (2009).

Resultados e Discussão

Biologia de *A. gemmatalis*

De modo geral, os aspectos biológicos avaliados em *A. gemmatalis* foram afetados pelos genótipos de soja. O maior peso inicial ($p < 0,05$) de lagartas foi observado nas lagartas alimentadas na cultivar suscetível BMX Potência RR e uma redução importante do peso das pupas foi observado quando as lagartas se alimentaram da PI 227687. Com relação à duração do estágio larval, o maior período foi observado no grupo de lagarta alimentada com folhas de IAC 24 e, o menor, naquelas alimentadas com a cultivar suscetível BMX Potência RR (Tabela 1).

A mortalidade das lagartas ocorreu em função do genótipo que elas se alimentaram ($3; c^2 > 0,05$). A maior porcentagem de mortalidade foi observada para *A. gemmatalis* alimentada na cultivar IAC 24 (22%). Enquanto, as menores porcentagens de mortalidade, ocorreram nas lagartas alimentadas de folhas das cultivares suscetíveis, BRS 257(4%) e BMX Potência RR (2%). Esse efeito sobre os insetos herbívoros pode estar relacionado com os componentes químicos dos genótipos que apresentam características de resistência aos insetos praga (PIUBELLI et al., 2005).

Metabólitos secundários em genótipos de soja

Os resultados obtidos indicaram que a herbivoria causada pela lagarta desencadeou a ativação da rota dos fenilpropanoides. De forma geral, foi possível observar o aumento da concentração dos isoflavonoides analisados, como daidzina, genistina, malonil daidzina, malonil glicitina, acetil daidzina, daidzeína e genisteína. Dentre os isoflavonoides analisados nas amostras quantificadas, destacou-se o glicosídeo genistina que apresentou aumento na concentração em todas as cultivares analisadas após injúria. Outros isoflavonoides como glicitina, malonil genistina e acetil daidzina não haviam sido detectados nas plantas intactas (sem danos), sugerindo a sua indução após a herbivoria. Além dessas substâncias, a fitoalexina coumestrol também foi induzida em todas as cultivares, enquanto o flavonol rutina apresentou aumento de sua concentração apenas na cultivar PI 227687, e induzida apenas no genótipo IAC 24 em resposta ao dano (Tabela 2). No caso do coumestrol estudos relacionados à adição deste composto à dieta artificial provocaram redução no peso de *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) (ROSE et al., 1988). Nesse trabalho, este composto foi induzido em todas as cultivares após dano ocasionado por *A. gemmatalis*, mostrando-se um composto constitutivo da planta, estando a sua produção relacionada possivelmente como um mecanismo de defesa a injúria ocasionada pela lagarta.

Os flavonoides são descritos como os principais metabólitos secundários da soja (HOFFMANN-CAMPO et al., 2001), sendo o seu efeito, variável conforme a sua concentração, atuando como atraente, deterrente, repelente, ou até mesmo tóxico para determinadas pragas da cultura. Alguns compostos em suas formas glicosídicas como, daidzina e genistina, por exemplo, são compostos constitutivos da planta, no entanto, podem aumentar suas concentrações após serem danificadas por percevejos, incrementando a sua ação deletéria sobre esse inseto (PIUBELLI et al., 2003), ou, após hidrólise podem produzir as agliconas, que em geral são ainda mais tóxicas para os insetos. Neste trabalho, resultado similar foi verificado com genistina, que apresentou um aumento na sua concentração em todas as cultivares analisadas após

dano ocasionado por *A. gemmatalis*. Outros autores como Piubelli et al. (2003) também avaliaram genótipos de soja resistentes (PI 227687, IAC 100 e PI 274454) e verificaram que estes, apresentaram um aumento na concentração de genistina após serem danificados. Este glicosídeo junto com o flavonol rutina, possuem ação sinérgica, e são conhecidos por afetarem negativamente o desenvolvimento de lagartas como *Trichoplusia ni* (HOFFMANN-CAMPO et al., 2001) e *A. gemmatalis* (HOFFMANN-CAMPO et al., 2006). Tal fato pode estar relacionado à maior mortalidade observada nos genótipos IAC 24 e PI 227687 já que estes foram as únicas cultivares a apresentarem rutina associada à genistina em sua composição fisiológica.

Conclusões

Os resultados obtidos indicam que os genótipos IAC 24 e PI 227687 causam maior mortalidade da lagarta em relação às demais cultivares. 'IAC 24' também afeta o tempo de desenvolvimento de *A. gemmatalis* aumentando a duração do período larval. Com relação à injúria às folhas causadas por *A. gemmatalis*, é possível sugerir que em resposta ao ataque, as cultivares de soja utilizam a via dos fenilpropanoides, aumentando e/ou induzindo compostos fenólicos, como o coumestrol, composto este detectado apenas após herbivoria. Já genistina, presente constitutivamente nas plantas controle, aumenta a sua concentração após o dano. Esse composto, provavelmente em ação conjunta com a rutina, causa efeito negativo na lagarta. Assim, o conhecimento do comportamento de defesa e proteção das plantas é um fator importante para obtenção, por melhoramento genético, de cultivares mais resistentes a estresses. As informações relacionadas à ativação do metabolismo secundário de plantas pode ser um aliado na ativação ou silenciamento de rotas metabólicas, acelerando o processo de obtenção de genótipos resistentes, através do melhoramento tradicional ou pelas modernas técnicas biotecnológicas.

Referências

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola.**

Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf> Acesso em: 08 jun. 2016.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development.**

Cooperative Extension Service; Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University of Science and Technology, 1977. p. 25-26.

HOFFMANN-CAMPO, C.B. **Role of the flavonoids in the natural resistance of soyabean to *Heliothis virescens* (F.) and *Trichoplusia ni* (Hübner).** 1995. 165f. Tese (Ph.D. em Botânica) - The University of Reading, Reading.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; HARBORNE, J.B.; MCCAFFERRY, A.R. Pre-ingestive and postingestive effects of soya bean extracts and rutin on *Trichoplusia ni* growth. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 98, n. 2, p. 181-194, 2001.

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

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; RAMOS NETO, J.A.; OLIVEIRA, M.C.N. de; OLIVEIRA, L.J. Detrimental effect of rutin on *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 10, p. 1453-1459, 2006.

KIM, H.; XING, G.; WANG, Y.; ZHAO, T.; YU, D.; YANG, S.; GAI, J. Constitution of resistance to common cutworm in terms of antibiosis and antixenosis in soybean RIL populations. **Euphytica**, v. 196, n. 1, p. 137-154, 2014.

PIUBELLI, G.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; ARRUDA, I.C.; LARA, F.M. Nymphal development, lipid content, growth and weight gain of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on soybean genotypes. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 127-132, 2003.

PIUBELLI, G.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S.H.; OLIVEIRA, M.C.N. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatilis*? **Journal Chemical Ecology**, v. 31, p. 1509-1525, 2005.

ROSE, R.L.; SPARKS, T.C.; SMITH, M.C. Insecticide toxicity to the soybean looper and the velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae) as influenced by feeding on resistant soybean (PI 227687) leaves and coumestrol. **Journal of Economy Entomology**, v. 81, p. 1288-1294, 1988.

SILVA-FILHO, M.C.; FALCO, M.C. Interação planta inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteinases produzidas pelas plantas. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 2, n. 12, p. 38-42, 2000.

STOUT, M.J. Reevaluating the conceptual framework for applied research on host plant resistance. **Insect Science**, v. 20, p. 263-272, 2013.

YAN, Z.; ZENG, L.; JIN, H.; QIN, B. Potential ecological roles of flavonoids from *Stellera chamaejasme*. **Plant Signaling & Behavior**, v. 10, n. 3, 2015.

Tabela 1. Peso inicial de lagartas (mg), peso de pupa (mg) e tempo de desenvolvimento (dias) de *Anticarsia gemmatilis* alimentadas em diferentes cultivares de soja. (Média ± EP) n=50.

Genótipo	Peso inicial (mg)	Peso de Pupa (mg)	Tempo de Desenvolvimento (dias)
'POTENCIA'	2.46 ± 0.06 a	241.88 ± 5.99 a	9.71 ± 0.13 c
'IAC 24'	2.17 ± 0.07 b	249.47 ± 5.81 a	12.44 ± 0.16 a
'BRS 257'	1.83 ± 0.05 c	262.36 ± 4.79 a	11.03 ± 0.07 b
'PI 227687'	1.71 ± 0.05 c	218.23 ± 6.12 b	11.30 ± 0.18 b
CV	14.61	12.79	6.91
F	39.77***	10.05***	64.64***

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de

Tukey ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05)

** P< 0,01; ***P<0,001

Tabela 2. Flavonoides identificados nas análises foliares das cultivares de soja que tiveram sua concentração aumentada (+/+) e induzida (+/-).

Flavonoide	Genótipos			
	Potencia	IAC 24	BRS 257	PI 227687
Rutina	-	(-/+)	-	(++)
Glicitina	(+/-)	-	(+/-)	(+/-)
Daidzina	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(++)
Genistina	(++)	(++)	(++)	(++)
Malonil glicitina	(+/-)	(+/-)	(++)	(++)
Malonil genistina	(+/-)	(+/-)	(+/-)	-
Malonil daidzina	(+/-)	(+/-)	(++)	(+/-)
Acetil glicitina	(+/-)	(+/-)	(+/-)	-
Acetil daidzina	-	-	-	(+/-)
Geniste na	(++)	-	(+/-)	-
Daidze na	(+/-)	-	(+/-)	(++)
Coumestrol	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)

Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração sobre a produtividade do milho 2^a safra

PINHATA, A. A.¹; FRANCHINI, J. C.²; SANTOS, E.L.¹; BALBINOT, A. A.³; DEBIASI, H.²

¹Centro Universitário Filadélfia – Unifil, Campus Palhano, Londrina-PR, a.pinhata@gmail.com;

²Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

No sistema plantio direto (SPD) é comum a existência de uma camada de solo caracterizada por um maior grau de compactação, localizada, geralmente, entre 0,1 e 0,2 m de profundidade. Além de aumentar a resistência do solo à penetração das raízes (MORAES et al., 2014), limitando 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 (MORAES et al., 2016). Essas modificações podem diminuir a produtividade das culturas, especialmente em anos secos e/ou excessivamente úmidos (TORRES; SARAIVA, 1999).

Existem diversos indicadores do estado de compactação do solo, sendo a resistência mecânica à penetração (RP) o mais utilizado. A determinação de valores críticos para este indicador, acima dos quais o estado de compactação é considerado limitante à produtividade das culturas, tem sido objeto de várias pesquisas, conforme relatado por Reichert et al. (2007). No entanto, existe pouca informação a respeito da relação entre a RP e a produtividade do milho cultivado em condições de 2ª safra no Estado do Paraná. Neste contexto, o mapeamento da variabilidade espacial em escala de lavoura pode se constituir em uma ferramenta interessante para determinar os efeitos da RP sobre a produtividade do milho cultivado na 2ª safra.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi determinar a relação entre a produtividade do milho 2ª safra e a RP, por meio do mapeamento da variabilidade espacial em condições de lavoura no norte do Estado do Paraná.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na safra 2015 numa gleba agrícola de 108 ha, pertencente à Fazenda Santa Cândida, localizada em Cambé/PR (23°10' S, 51°14' O e altitude média de 520 m). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, muito argiloso, com 737 g kg⁻¹ de argila, 74 g kg⁻¹ de silte e 189 g kg⁻¹ de areia, na camada de 0-20 cm. A área vem sendo manejada sob sistema plantio direto (SPD) desde 2001, com o cultivo de soja no verão e da rotação trigo/milho na 2ª safra, no outono/inverno.

O milho (híbrido AG 9010) foi semeado em 10/03/2015, com espaçamento entrelinhas de 0,9 m e população equivalente a 60 mil plantas ha⁻¹. A adubação de base consistiu da aplicação de 300 kg ha⁻¹ de NPK (05-20-20), a lanço e em superfície, imediatamente antes da semeadura. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no estádio V5, aplicando-se 80 kg ha⁻¹ de N a lanço em superfície, na forma de ureia. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para o milho na região.

A RP foi determinada em maio de 2015, por meio de um penetrômetro digital, equipado com cone de 130 mm² de área de base e 30° de ângulo em relação à vertical. Os dados de RP foram obtidos em 365 pontos distribuídos na área, seguindo uma grade amostral regular de 50 x 50 m. Foi realizada uma leitura de RP na camada de 0 a 0,45 m (resolução de 0,01 m) por ponto avaliado. Simultaneamente à avaliação de RP, foram coletadas amostras deformadas de solo nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m, em 94 pontos (1 ponto a cada 4 pontos de avaliação da RP), para a determinação do conteúdo gravimétrico de água do solo, conforme Embrapa (1999). A avaliação da produtividade de grãos do milho foi realizada por meio de colheita manual das espigas presentes em 4 m de uma linha (3,6 m² de área útil), em 244 pontos regularmente distribuídos na área de estudo. Após a trilha das espigas, os grãos foram limpos e pesados, sendo os valores de produtividade corrigidos para 13% de umidade.

Os dados de RP e de produtividade do milho foram submetidos à análise geoestatística, conforme VIEIRA et al. (2002). O modelo selecionado para ajuste do semivariograma foi aquele que resultou no maior coeficiente de correlação, obtido pelo método de validação cruzada. A partir dos modelos ajustados aos semivariogramas, os dados de RP e produtividade do milho foram interpolados por meio de krigagem, sendo então utilizados para a elaboração dos mapas de variabilidade espacial, através do programa Surfer 9.0. A relação entre os dados krigados de produtividade do milho 2^a safra e de RP foi estimada por meio de análises de correlação (Pearson) e regressão, utilizando-se o programa Sigmaplot9.0 (Systat Software, Inc.).

Resultados e Discussão

Visando facilitar o estabelecimento da relação entre a compactação e desempenho produtivo do milho na 2^a safra, minimizando a interferência da variabilidade de outros fatores ambientais, a área estudada foi dividida em quatro regiões homogêneas, distintas entre si (A, B, C e D; Figura 1), com base no padrão de variabilidade espacial da produtividade do milho e da RP, nas profundidades de 0,15 e 0,45 m. As regiões A e D se caracterizaram pela menor produtividade de milho, porém

a área A apresentou menor RP em todas as profundidades avaliadas (Figura 1). Já as regiões B e C resultaram em produtividades superiores às das regiões A e D, porém a região B apresentou menor RP em comparação com a D, em toda a camada avaliada. Por fim, na região C, a RP, nas profundidades entre 0,35 e 0,45 m, foi similar à região D e maior que na região B.

Considerando todos os pontos avaliados, houve correlação negativa e significativa entre a produtividade e a RP medida nas profundidades entre 0,05 e 0,30 m (Figura 2). De acordo com Dancey e Reidy (2005), a magnitude das correlações variou de fraca (profundidades de 0,05; 0,20; 0,25; e 0,30 m) a moderada (0,10 e 0,15 m). Quando os valores obtidos na região A foram excluídos, os valores de r tornaram-se significativos para todas as profundidades. Adicionalmente, a magnitude das correlações aumentou em todas as profundidades avaliadas, oscilando de moderada (0,05; 0,35; 0,40; e 0,45 cm) a forte (0,10 e 0,30 m) (DANCEY; REIDY, 2005). Estes resultados, em conjunto com os dados da Figura 1, indicam que as menores produtividades obtidas na região A não estão associadas ao estado de compactação do solo, mas sim a outro fator limitante. Ressalta-se que, no presente estudo, o conteúdo gravimétrico de água do solo foi fracamente influenciado pelas regiões (Figura 3). Deste modo, as diferenças de RP entre as regiões (Figuras 1), podem ser atribuídos principalmente ao estado de compactação do solo.

Na Figura 4, são apresentados os mapas de variabilidade espacial da produtividade de grãos e da RP na profundidade de 0,15 m, escolhida por apresentar a maior correlação ($r = -0,82$) com o desempenho produtivo do milho 2ª safra (Figura 2). A comparação dos mapas indica que, excetuando-se a região A (Figura 1), houve associação entre a variabilidade espacial da produtividade do milho e a da RP. Isto fica mais evidente quando se compara os valores de produtividade de milho e RP nas áreas delimitadas pelos círculos A1, B1, C1 e D1. Neste sentido, as áreas delimitadas pelos círculos B1 e C1, com maiores médias de produtividade de milho (162 e 159 scs ha⁻¹, respectivamente), apresen-

taram menores valores de RP na profundidade de 0,15 m em comparação com a área D1 (Figura 5), cuja média de produtividade foi inferior (153 scs ha^{-1}). Por outro lado, a produtividade média de milho nos pontos localizados na área A1 (152 scs ha^{-1}) foi similar à observada na região D1, porém a RP, a 0,15 m de profundidade, foi similar à obtida nas regiões com maior produtividade de milho (B e C; Figura 3). Novamente, isto indica que a produtividade de milho na região A (Figura 1) não foi limitada pela RP, mas sim por outro fator ambiental não avaliado na presente pesquisa.

Ainda com relação aos dados da Figura 3, nota-se que a área delimitada pelo círculo D1 apresentou valores médios de RP mais elevados que a B1 em todas as profundidades avaliadas. A área D1 também apresentou valores de RP superiores à C1 nas profundidades entre 0,05 e 0,30 m. Embora a produtividade de milho tenha apresentado a correlação negativa mais forte com a RP medida na profundidade de 0,15 m, este resultado revela que os maiores valores de RP em outras profundidades, também contribuíram para limitar a produtividade da cultura na área D1. Adicionalmente, os dados demonstram que a RP na área delimitada pelo círculo C1 foi superior à B1 nas profundidades entre 0,25 e 0,45 m. Este fator pode constituir-se numa das explicações para a menor produtividade média de milho na área C1 em relação à área B1.

A produtividade do milho 2ª safra diminuiu linearmente com o aumento do grau de compactação do solo, expresso pela RP, na profundidade de 0,15 m (Figura 5). A retirada dos pontos situados na região A (Figura 1), altera os parâmetros da equação linear e aumenta o coeficiente de determinação (R^2), o que não ocorre quando a análise é feita com todos os pontos incluídos. Numa análise sem a região A (Figura 5b), o consequente aumento da RP, de 2,5 para 4,5 Mpa, proporcionou uma redução média de 8 scs ha^{-1} na produtividade do milho 2ª safra. Tal diminuição de produtividade pode ser associada, principalmente à redução da disponibilidade hídrica pela menor infiltração de água (MORAES et al., 2016) e pela restrição ao desenvolvimento radicular da cultura (BERGAMIN et al., 2010).

Ressalta-se que os dados obtidos no presente estudo não permitiram a indicação de um limite crítico de RP na profundidade de 0,15 m, tendo em vista que a resposta da produtividade do milho 2ª safra a esta variável foi linear. Entretanto, os resultados indicam reduções na produtividade do milho 2ª safra já a partir de uma RP de 2,5 MPa. Neste contexto, os dados obtidos por Freddi et al. (2007), em experimento conduzido sobre uma Latossolo Vermelho de textura média, demonstram que reduções significativas na produtividade do milho ocorreram a partir de uma RP de aproximadamente 2,5 MPa quando medida em um conteúdo de água de solo equivalente à capacidade de campo.

Conclusão

O aumento da RP na camada superficial (0,05-0,20 m) e/ou subsuperficial (0,25-0,45 m) diminui a produtividade de grãos do milho 2ª safra. A variabilidade espacial da RP constitui-se em um indicador eficiente dos impactos da compactação do solo sobre o desempenho produtivo do milho 2ª safra, desde que os efeitos associados a outros fatores ambientais sejam minimizados.

Referências

BERGAMIN, A. C.; VITORINO, A. C. T.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, C. M. A.; SOUZA, F. R. compactação em um Latossolo Vermelho distroférico e suas relações com o crescimento radicular do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 681-691, 2010.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. Análise de correlação: o r de Pearson. In: DANCEY C.P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia**. Porto Alegre: Artemed, 2006. p. 178-216.

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

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.; ARATANI, R. G.; LEONEL, C. L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 627-636, 2007.

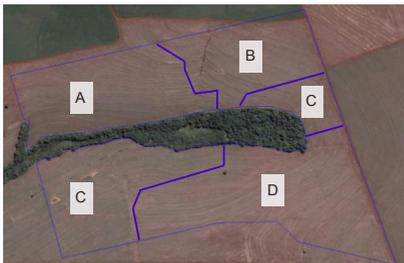
MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. Critical limits of soil penetration resistance in a Rhodic Eutrudox. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 288-298, 2014.

MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R.; LUZ, F. B. Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. **Soil & Tillage Research**, v.155, p.351-362, 2016.

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**, v. 5, p. 49-134, 2007.

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

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 2, p.1-45, 2002.



Região	Produtividade ⁽¹⁾ ---- scs ha ⁻¹ ----	RP 0,15m ⁽¹⁾ ----- MPa -----	RP 0,45m ⁽¹⁾
A	152,4 ± 1,1	3,0 ± 0,2	1,9 ± 0,2
B	160,8 ± 1,3	2,9 ± 0,3	1,9 ± 0,1
C	157,8 ± 1,0	3,1 ± 0,2	2,3 ± 0,1
D	154,7 ± 1,4	3,9 ± 0,2	2,3 ± 0,1

⁽¹⁾ Valores médios ± desvio padrão

Figura 1. Regiões homogêneas na área estudada, estabelecidas em função da produtividade do milho e da resistência mecânica do solo à penetração medida nas profundidades de 0,15 e 0,45 m.

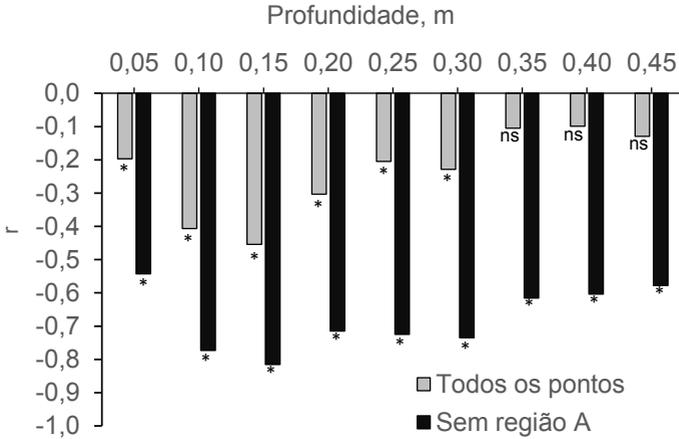


Figura 2. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre a resistência mecânica do solo à penetração e a produtividade de grãos de milho na 2ª safra (2015), considerando todos os pontos avaliados ou excluindo-se a zona A (Figura 2). * = coeficiente de correlação linear significativo, pelo teste t ($P < 0,01$); ns = coeficiente de correlação linear não significativo, pelo teste t ($P < 0,01$).

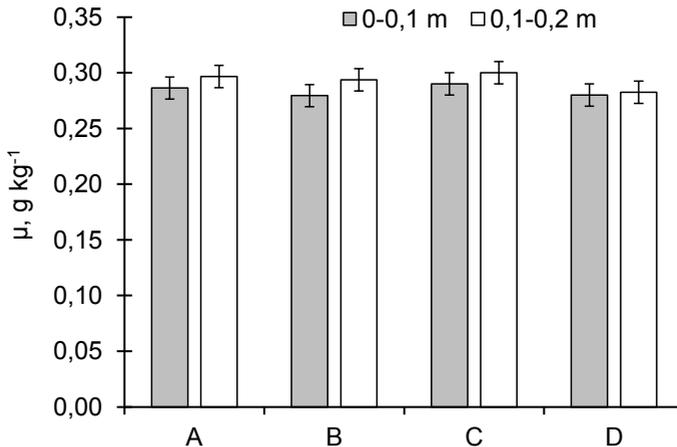


Figura 3. Conteúdo gravimétrico de água (μ) de um Latosolo Vermelho distroférrico no momento da avaliação da resistência mecânica do solo à penetração, nas regiões A, B, C e D.

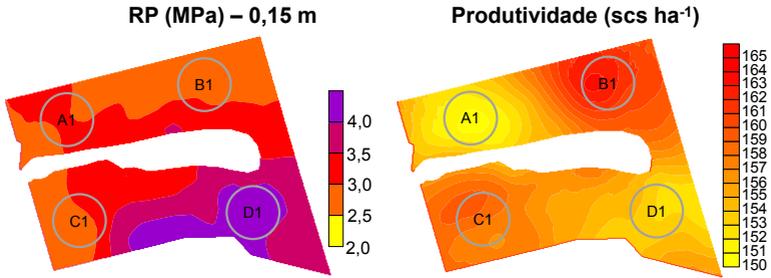


Figura 4. Mapas de variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração (RP) a 15 cm de profundidade e da produtividade de grãos do milho 2ª safra (2015). As letras indicam regiões relativamente homogêneas quanto aos valores de RP a 15 cm e produtividade de grão do milho 2ª safra.

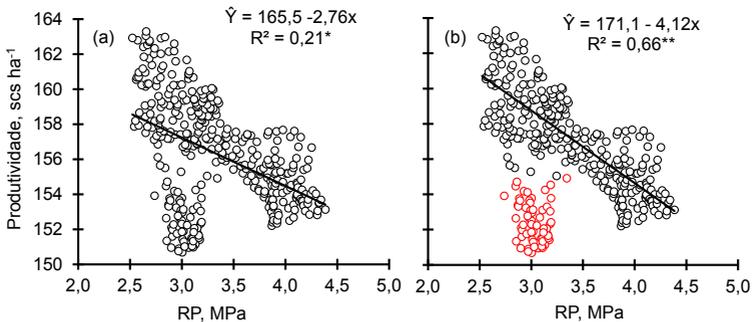


Figura 5. Valores médios de resistência mecânica do solo à penetração na camada entre 0,05 e 0,45 m (intervalos de 0,05 m), nas áreas delimitadas pelos círculos A1, B1, C1 e D1 (Figura 4).

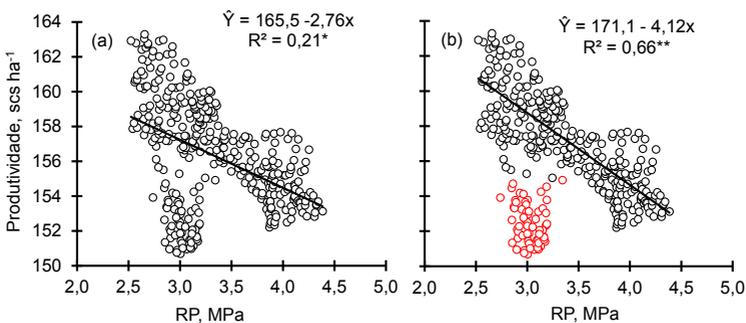


Figura 6. Relação entre a resistência mecânica do solo à penetração (RP) a 0,15 m de profundidade e a produtividade da milho 2ª safra, com (a) ou sem (b) os dados obtidos na região A (Figura 2). * = equação significativa (teste F, $p < 0,05$); ** = equação significativa (teste F, $p < 0,01$).

Densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* na produtividade da soja em função de calagem, gessagem e adubação potássica

BALICO, G. G.¹; PINHATA, A. A.¹; FRANCHINI, J. C.²; SANTOS, E. L.¹; BALBINOT, A. A.²; DEBIASI, H.².

¹Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL, Campus Palhano, Londrina-PR, gustavobalico66@gmail.com;

²Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

O nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) tem sido apontado como um dos principais problemas fitossanitários dos sistemas de produção de soja no Brasil. Pesquisas recentes apontam que a densidade populacional e os danos de *P. brachyurus* em soja podem ser reduzidos a partir do correto manejo da acidez do solo, com elevação do pH, aumento dos teores de Ca e Mg e a neutralização do Al tóxico (FRANCHINI et al., 2011; FRANCHINI et al., 2014). A nutrição adequada com potássio também tem sido frequentemente associada ao aumento da tolerância da soja a estresses bióticos (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2010), de forma que a correção dos teores deste nutriente no solo pode diminuir dos danos de *P. brachyurus* em soja.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da calagem, associada ou não à gessagem e potassagem, na produtividade da soja e na densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes desta cultura, em solos com diferentes texturas.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado a partir dos resultados obtidos em um experimento conduzido nas safras 2014/15 e 2015/16 em área agrícola pertencente à Fazenda Santa Luzia, localizada em Tapurah, MT. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura arenosa (teores de argila, silte e areia na camada de 0-20 cm de 134, 22 e 844 g kg⁻¹, respectivamente). A área vem sendo manejada em sistema plantio direto (SPD), e cultivada com a sucessão soja/milho 2ª safra. Os valores médios de alguns atributos químicos do solo na camada de 0-20 cm, antes da aplicação dos tratamentos, foram: pH em CaCl₂ = 4,83; P = 27,0 mg dm⁻³; K⁺ = 0,07 cmol_c dm⁻³; Ca⁺⁺ = 1,30 cmol_c dm⁻³; Mg⁺⁺ = 0,27 cmol_c dm⁻³; Al⁺⁺⁺ = 0,07 cmol_c dm⁻³; e V = 31%.

A área experimental (4,2 ha) foi dividida em cinco módulos de 0,84 ha (60 x 140 m), aos quais foram aplicados os seguintes tratamentos: C = calagem, na dose de 1.580 kg ha⁻¹; C+G = calcário (1.820 kg ha⁻¹) + gesso agrícola (730 kg ha⁻¹); C + KCl = calcário (1.690 kg ha⁻¹) + cloreto de potássio (170 kg ha⁻¹); C + G + KCl = calcário (1.920 kg ha⁻¹) + gesso agrícola (680 kg ha⁻¹) + cloreto de potássio (170 kg ha⁻¹); e T = testemunha. As doses de calcário dolomítico nos tratamentos que receberam calcário (tratamentos com C) foram estabelecidas visando a elevar a V% para 65%. Nos tratamentos com G, as doses de gesso foram definidas com base no teor de argila do solo, aplicando-se de 50 kg ha⁻¹ de gesso por unidade percentual de argila (TECNOLOGIAS..., 2013). Já as doses de K nos tratamentos com KCl foram determinadas conforme os critérios descritos em Tecnologias... (2013). A calagem e a gessagem foram realizadas a lanço e em superfície em julho/2014, utilizando-se distribuidores centrífugos tratorizados. A adubação potássica de correção, na forma de cloreto de potássio, foi realizada a lanço com os mesmos equipamentos, aproximadamente 10

dias antes da semeadura da soja na safra 2014/2015. A condução e a implantação da cultura foi realizada de acordo com a programação do produtor para o respectivo talhão. Em ambas as safras, foi utilizada a cultivar P98Y70.

Quando a soja se encontrava no estágio R5.1, foram coletadas 105 amostras de raízes de soja nas safras 2014/15 e 2015/16, seguindo grade amostral regular (20 x 20 m). Cada amostra foi composta pelo sistema radicular de 10 plantas, sendo utilizadas para quantificação da densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes da soja, conforme metodologia de Coolen e D'Herde (1972). A produtividade de grãos da soja foi estimada por meio da colheita mecânica (colhedora de parcelas) de três linhas de 20 metros em 140 pontos distribuindo uniformemente na área seguindo malha regular de 15 x 20 m. Assim, em cada tratamento, a produtividade de grãos da soja foi estimada em 28 pontos. As amostras de grãos foram pesadas, sendo os resultados expressos em kg ha⁻¹ após correção para 13% de umidade. Para comparação das médias de densidade populacional de *P. brachyurus* e produtividade da soja entre os tratamentos, foi calculado o erro-padrão da média a partir da distribuição t (Student), a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

A calagem reduziu a densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes de soja comparativamente à testemunha, em ambas as safras (Figuras 1). Da mesma forma, a gessagem e potassagem não influenciaram a infestação de *P. brachyurus* na safra 2014/15, mas ambas as práticas aumentaram significativamente a população do parasita na safra seguinte. Em média, a densidade populacional de *P. brachyurus* nos tratamentos com calagem na safra 2014/15 equivaleu à 63% do valor obtido na testemunha. Esse valor foi reduzido para 36% na safra seguinte, indicando que a diferença entre os tratamentos com calagem e a testemunha aumentou de 2014/15 para 2015/16. Neste contexto, o efeito supressivo decorrente do aumento do pH e da V% do solo sobre *P. brachyurus* pode estar associado ao aumento da resistência das paredes celulares nas raízes, ao favorecimento de certos grupos de microrganismos do solo antagônicos, a efeitos deletérios diretos sobre

o nematoide, e ao aumento da tolerância da soja aos danos ocasionados pelo parasita. Assim, os resultados obtidos neste estudo indicam que a correção da acidez do solo pela aplicação de calcário, buscando elevação da V% para 65%, foi eficiente em reduzir a densidade populacional de *P. brachyurus* em condições de lavoura, confirmando os resultados obtidos por Franchini et al. (2014), em experimento realizado em casa-de-vegetação.

Na safra 2014/15, todos os tratamentos envolvendo calagem resultaram em produtividades superiores à testemunha (Figura 1). Resultados similares foram obtidos na safra seguinte, porém a calagem isolada não diferiu da testemunha. Observa-se ainda que a aplicação de gesso aumentou significativamente a produtividade da soja em relação aos demais tratamentos envolvendo calagem, em ambas as safras. Como a gessagem não influenciou ou mesmo aumentou a densidade populacional de nematoide, a maior produtividade no tratamento C + G encontra-se provavelmente associada aos efeitos diretos desta prática sobre o desenvolvimento das plantas, pela melhor nutrição com Ca e S, bem como maior crescimento radicular em profundidade, o que confere maior tolerância à seca.

Conclusão

A calagem constitui-se em prática eficiente para redução da densidade populacional e dos danos ocasionado pelo nematoide das lesões radiculares. A gessagem e a potassagem não reduzem a densidade populacional do nematoide, mas a aplicação de gesso aumentam a produtividade da soja.

Referências

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Gent: State Agricultural Research Center, 1972. 77p.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo e da população de *Pratylenchus brachyurus*. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI,

L. H.; BERNARDI, A. C. de C. (Ed.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 157-161.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Densidade populacional do nematoide das lesões radiculares em soja e sua relação com a calagem. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., 2014, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 158-160.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; MOREIRA, A.; CASTRO, C.; KLEPKER, D.; LEITE, R. M. V. B. C.; OLIVEIRA, F. A.; SFREDO, G. J. Fertilidade do solo e nutrição mineral na incidência de doenças radiculares e da haste em soja. 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. 173-206.

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

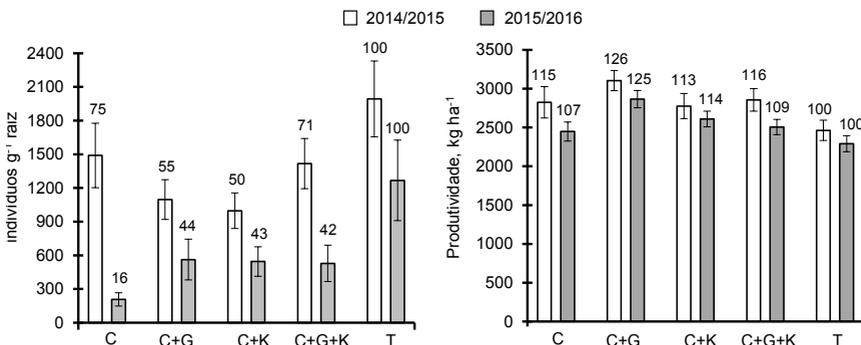


Figura 1. Densidade populacional de *P. brachyurus* e produtividade da soja em função da calagem, isolada ou associada à gessagem e à potassagem, em solo arenoso, nas safras 2014/15 e 2015/16. As barras verticais indicam o erro-padrão da média. Os números acima das barras indicam os valores percentuais das médias em relação à testemunha.

Efeito alelopático de extratos vegetais sobre a germinação de esporos de *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassiicola*

PINTOR, I. R.¹; SILVA, J. A.²; DIAS, L. A. F.²; LOPES, I. DE O. N.,³; SEIXAS, C.D.S.³; ALMEIDA, A. M. R.³.

¹UNOPAR, bolsista Pibic/CNPq; ²Estagiário, Embrapa Soja;

³Pesquisador, Embrapa Soja, alvaro.almeida@embrapa.br

Introdução

O uso de produtos biológicos com efeitos alelopáticos (fungicidas ou fungistáticos) pode ser uma opção viável na redução do impacto da agricultura sobre o ambiente. Normalmente, o controle de doenças causadas por fungos é realizado com fungicidas sintéticos, que além de possuírem custos elevados, ainda podem causar problemas ao ambiente por causa das substâncias tóxicas presentes em sua formulação. Uma alternativa para o controle dessas doenças é a utilização de plantas que são capazes de sintetizar substâncias antifúngicas (SILVA et al. 2008).

Molish (1937) definiu o termo alelopatia utilizando as palavras gregas *allelon* e *pathos*, que representa mútuo e prejuízo, respectivamente. O

termo foi atribuído para indicar as relações entre as plantas, incluindo microrganismos, que são provocadas quando ocorre a liberação de substâncias químicas em tecidos vivos ou mortos. Alelopatia não se refere a uma competição, uma vez que competição se baseia na disputa de recursos limitados em um ambiente, e sim em um processo onde produtos do metabolismo secundário de um determinado vegetal são liberados e isso influenciará na germinação ou no desenvolvimento de outras plantas (SEVERINO, 2006). Além de influenciar no desenvolvimento de outras plantas, pesquisas realizadas vêm mostrando que muitos patógenos podem ser controlados utilizando extratos vegetais (CELOTO et al., 2008), em razão das substâncias alelopáticas presentes em cada um dos extratos.

O fungo *Colletotrichum truncatum* é causador de uma importante doença da soja nos Cerrados brasileiros, denominada antracnose. Ambientes de alta umidade e altas temperaturas favorecem seu desenvolvimento, causando abertura e apodrecimento das vagens da soja, apodrecimento das sementes, morte prematura das vagens e germinação dos grãos em formação (YORINORI et al., 1993). Nessa fase o fungo já começa a ser visível por pontuações negras na planta que são as suas frutificações (ALMEIDA et al., 2005).

O fungo *Corynespora cassiicola* foi identificado pela primeira vez no Brasil em Tatumã-SP causando necroses foliares em soja (ALMEIDA et al., 1976). Esse fitopatógeno infecta folhas, flores, frutos, raízes e caules. Possui ampla gama de hospedeiros em diversos países tropicais e subtropicais (SILVA et al., 1995). Segundo Blazquez (1991), a doença se torna mais severa quando não há ocorrência de períodos secos prolongados, prevalecendo em regiões chuvosas.

Nas áreas de cultivo de soja ocorrem plantas daninhas que podem ter efeito sobre a cultura. Nessas mesmas áreas outras culturas também são implementadas, em sucessão a soja (trigo, aveia, milho, sorgo).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito alelopático dos extratos de plantas presentes no sistema de produção de soja: aveia

(*Avena sativa*), buva (*Conyza spp.*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), corda-de-viola (*Ipomoea spp.*), milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e trapoeraba (*Commelina bengalensis*) sobre a germinação dos esporos dos fungos *C. truncatum* e *C. cassicola*.

Material e Métodos

Os testes foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Soja, em Londrina, PR.

Obtenção dos extratos

As amostras de aveia, buva, capim-amargoso, corda-de-viola, milho, sorgo e trapoeraba foram coletadas no campo experimental da Embrapa Soja, acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório.

As folhas foram separadas das hastes, colocadas em uma bandeja, e deixadas na estufa por 12h a 40 °C com ventilação forçada. Após esse período, 5 g de tecido seco foram pesados e os fragmentos foram acondicionados em frascos com tampa. Foram adicionados 100 mL de água destilada em cada um dos frascos e os mesmos foram levados ao forno de micro-ondas com a tampa semiaberta até iniciar fervura, por 1min 20s aproximadamente para esterilização. Os vidros foram deixados em temperatura ambiente por cerca de 10 a 15 dias para fermentação. As soluções fermentadas foram filtradas em gaze dupla e uma alíquota do filtrado foi colocado em tubo eppendorf de 2 mL e submetidos a centrifugação a 7.000 g por 15 minutos. O sobrenadante foi colocado em novos tubos eppendorf, que foram identificados e armazenados em câmara fria com temperatura aproximada de 12 °C.

Obtenção dos isolados fúngicos

O isolado de *C. truncatum* foi obtido de plantas de soja coletadas na Embrapa Soja em Londrina, PR e o isolado de *C. cassicola* foi obtido da Coleção de Microrganismos de Interesse para a Agricultura da Embrapa Soja, identificado como CMES 928R.

Os isolados foram repicados para placas com meio BDA (batata – dextrose – ágar) e cultivados a 28 °C durante 12 dias.

Experimento

Os efeitos dos extratos na germinação dos esporos de ambas as espécies fúngicas foram avaliados com fermentado bruto e fermentado nas diluições de 1:10 e 1:20, em experimentos independentes. Cada experimento foi executado em blocos casualizados completos, em que cada bloco era constituído por uma câmara úmida mantida em temperatura ambiente (25 °C), sem incidência de luz direta, contendo oito lâminas com a suspensão de esporos de um fungo e extrato (sete extratos + controle). Isso foi repetido três vezes para fermentado bruto e para as diluições. A suspensão de esporos dos fungos foi preparada adicionando-se 5 mL de água destilada na placa de Petri, contendo o isolado do fungo previamente cultivado (12 dias). Para que os conídios se soltassem foi realizado um leve pincelamento. Em seguida, alíquotas de 10 μL daquela suspensão foram dispostas em três áreas circulares independentes, marcadas por lápis de cera. Em cada área era adicionado 20 μL de extrato e essa mistura era succionada e liberada por três vezes, para garantir a homogeneidade. A lâmina controle foi preparada de modo semelhante, porém utilizando apenas água destilada como solvente.

Após a preparação de cada bloco, o mesmo era mantido fechado por cinco horas. Após esse período, a leitura das lâminas foi realizada por fotografias de três pontos independentes em cada área circular, obtidas por microscópio óptico, utilizando-se lente objetiva de 10x. Foi considerado germinado o conídio que apresentasse tubo germinativo com comprimento que fosse o dobro do diâmetro do conídio ou que apresentasse apressório.

Análise estatística

Foram realizadas análise de variância (ANOVA) da porcentagem de esporos germinados em cada experimento, considerando-se que a contagem de germinação média de cada lâmina era uma repetição simples. Foram realizadas análises de variâncias nos dados originais e nos dados transformados, segundo Box e Cox (1964). Em todos os casos, foram realizados os testes de normalidade, aditividade e homogeneidade de variâncias para verificar a adequação dos dados ao modelo anova. A

independência dos resíduos foi verificada graficamente. Em todos os experimentos, o modelo utilizado foi mais apropriado para descrever a variabilidade na germinação dos esporos nos diferentes tratamentos e estes são os resultados apresentados nesse trabalho. Para a comparação entre as germinações médias dos tratamentos, utilizou-se o teste de Tukey adotando-se o nível de significância $p=0,05$. Para as análises estatísticas, foram desenvolvidos rotinas computacionais no ambiente SAS®, versão 9.3 (SAS/ STAT®, 1999). As transformações foram realizadas utilizando-se a macro boxglm, desenvolvida por Michael Friendly e disponível para download no link <<http://www.datavis.ca/sasmac/boxglm.html>> .

Resultados e Discussão

Os fungos apresentaram comportamentos diferentes quando expostos aos fermentados (Tabela 1). Houve inibição de germinação de esporos de *Colletotrichum truncatum* apenas quando foi utilizado fermentado bruto. Os extratos que apresentaram efeito inibidor sobre a germinação dos esporos foram os extratos de aveia, corda-de-viola, milho e sorgo.

Ao utilizar os fermentados nas diluições de 1:10 e 1:20 foi verificado que os esporos apresentaram tubos germinativos ou formação de apressórios, mostrando que não houve interferência na germinação dos conídios (Figura 1).

O fungo *C. cassiicola* apresentou diferença nos tratamentos somente quando o fermentado não estava diluído. Os extratos de aveia e milho apresentaram efeito inibidor sobre a germinação dos esporos. Nas diluições de 1:10 e 1:20 não houve interferência significativa dos extratos na germinação. Quando o extrato não interferiu no desenvolvimento do fungo, a germinação de *C. cassiicola* ocorreu normalmente (Figura 2).

A presença de substâncias (fungicidas ou fungistáticas) nos extratos das espécies de plantas utilizadas, devem ser melhor estudadas para que seja possível determinar os compostos inibidores presentes, e avaliar as doses dos extratos e também observar sua atividade em condições de campo e a toxicidade que pode causar ao ambiente e ao

homem (CELOTO et al., 2008).

Conclusão

Os fermentados brutos de aveia, corda-de-viola, milho e sorgo podem controlar a germinação de *C. truncatum*. Na germinação dos esporos de *C. cassiicola*, somente os fermentados brutos de aveia e de milho apresentaram ação inibidora.

Referências

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C. Doenças da soja (*Glycine max*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A. M. BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. v.2. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.569-588.

ALMEIDA, A.M.R.; MACHADO, C.C.; FERREIRA, L.P.; LEHMAN, O.S.; ANTONIO, H. Ocorrência de *Corynespora cassiicola* no Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, p.111-112, 1976.

BLAZQUEZ, C. H. Target spot. In: JONES, J. B.; JONES, J. P.; STALL, R. E.; ZITTER, T. A. **Compendium of tomato diseases**. St. Paul: APS Press, 1991. 23p.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological)**, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum**, v. 30, n.1, p. 1-5, 2008.

MOLISCH, H. **The influence of one plant on another: allelopathy**. Jodhpur, India: Scientific Publishers, 1937. 155p.

SAS/STAT®. **Versão 9.1.3 do sistema SAS para Windows. 1999-2001.**
Cary: SAS Institute Inc., 1999.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. M. Alelopatia de plantas daninhas sobre mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Cenário atual e perspectivas:** anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

SILVA, M.B.; NICOLI, A. COSTA, A.S.V.; BRASILEIRO, B.G.; JAMAL, C.M., SILVA, C. A.; PAULA JÚNIOR, T. J.; TEIXEIRA, H. Ação antimicrobiana de extratos de plantas medicinais sobre espécies fitopatogênicas de fungos do gênero *Colletotrichum*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.10, n.3, p.57- 60, 2008.

SILVA, W. P. K., MULTANI, D. S., DEVERALL, B. J., LYON, B. R. RFLP and RAPD analyses in the identification and differentiation of isolates of the leaf spot fungus *Corynespora cassiicola*. **Australian Journal of Botany**, v. 43, p. 609-618, 1995.

YORINORI, J. T.; CHARCHAR, M. J. A.; NASSER, L. C. B.; HENNING, A. A. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (ed.). **Cultura da soja nos Cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 337-397.



Figura 1. Conídios de *Colletotrichum truncatum* com apressório e tubo germinativo.



Figura 2. Conídio de *Corynespora cassiicola* germinado.

Tabela 1. Porcentagem de germinação de esporos de *C. truncatum* e *C. cassiicola* expostos ao fermentado bruto.

Tratamento	<i>C. truncatum</i>	<i>C. cassiicola</i>
Aveia	0,2 b	0,0 c
Buva	40,9 a	63,0 a
Capim-amargoso	30,0 a	36,8 ab
Corda-de-viola	0,3 b	8,1 bc
Milho	0,0 b	0,2 c
Sorgo	0,0 b	20,11 ab
Trapoeiraba	52,3 a	63,5 a
Controle	69,9 a	57,4 ab

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p = 0,05$).

Embrapa

Soja

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13037