

DOCUMENTOS

415

ISSN 2176-2937
Julho / 2019

XIV Jornada Acadêmica da Embrapa Soja

Resumos expandidos



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

DOCUMENTOS 415

XIV Jornada Acadêmica da Embrapa Soja Resumos expandidos

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

***Embrapa Soja
Londrina, PR
2019***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rodovia Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral. Caixa Postal 231
CEP 86001-970 , Distrito de Warta, Londrina, PR
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja

Presidente
Ricardo Vilela Abdelnoor

Secretária-Executiva
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros
Alvadi Antonio Balbinot Junior, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine Dinali Santos Seixas, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning, Mariangela Hungria da Cunha, Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi.

Supervisão editorial
Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Normalização bibliográfica
Ademir Benedito Alves de Lima

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Marisa Yuri Horikawa

1ª edição
PDF Digitalizado (2019)

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 (14. : 2019: Londrina, PR).
Resumos expandidos [da] XIV Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. /
Hugo Soares Kern, Regina Maria Vilas Bôas de Campos Leite, editores técnicos.
Londrina: Embrapa Soja, 2019.
PDF (163 p.) : il. color. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937;
n.415)

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

CDD 633.34072

Editores

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 14ª edição, realizada nos dias 23 e 24 de julho de 2019, a Jornada Acadêmica contou com 21 trabalhos inscritos, cujos resumos expandidos 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 XIV Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Aproveitamos, ainda, para parabenizar a todos pelos resultados alcançados.

Ricardo Vilela Abdelnoor

Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Soja

Sumário

Efeito do sistema de plantio nos caracteres agronômicos de novas variedades de mandioca de mesa.....	11
MARINI, J.V.; ROMANO, M.R.	
Resistência em populações das pragas de grãos armazenados <i>Tribolium castaneum</i> , <i>Oryzaephilus surinamensis</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> e <i>Rhyzopertha dominica</i> aos inseticidas deltametrina e pirimifos-metil.....	19
BAENA, M. da S.; LORINI, I.; QUIRINO, J.R.; ROSA, E.S.; SOUZA, T.A.; QUEIROZ, C.A.R.	
Avaliação de pós inertes no controle de pragas de armazenamento <i>Tribolium castaneum</i> , <i>Lasioderma serricorne</i> , <i>Rhyzopertha dominica</i> e <i>Sitophilus oryzae</i>	29
ARAÚJO, B.; LORINI, I. ; QUIRINO, J.R.	
Predição do teor de óleo em aquênios de girassol por espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo.....	36
KAUVA, J.; SANCHES, L.M.; LEITE, R.S.; FOCESATTO, E.; CARVALHO, C.P.G. de; MANDARINO, J.M.G.	
Desempenho da sucessão soja/milho influenciado pelo consórcio milho/braquiária, adubação nitrogenada e densidade de plantas	44
LOCATELLI, J. L.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; COELHO, A. E.; SANGOI, L.; BRATTI, F.; SAPUCAY, M. J. L. C.; DEBIASI, H., FRANCHINI, J. C.	
Avaliação de plantas transgênicas de soja superexpressando o gene <i>AtGo/S2</i> sob estresses hídricos	51
CABRAL, L. P. B.; FUHRMANN, M. B.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; MERTZ-HENNING, L. M.	
Conteúdo de lignina e tolerância à deterioração em pré-colheita e efeito na qualidade de sementes de soja.....	56
CARVALHO, B.L.; BRZEZINSKI, C.R.; ABATI, J.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, F.A.	

Disponibilidade hídrica para a cultura da soja na safra 2018/2019 no município de Londrina, PR	65
PINTO, L.F.D.; SIBALDELLI, R.N.R.; MERTZ-HENNING, L.M.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N.; MORAES, L.A.C.; GONÇALVES, S.L.; FOLONI, J.S.S.; FARIAS, J.R.B.	
Sensibilidade do fungo entomopatogênico <i>Metarhizium rileyi</i> ao fungicida tebuconazol	71
GONÇALVES, A.C.S.; GODOY, C.V.; OLIVEIRA, M.C.N. de; SOSA-GÓMEZ, D.R.	
Padronização de um método para detecção da mutação I86F no gene ISDH de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> e sua ocorrência em amostras de soja das safras 2017/18 e 2018/19.....	75
SOARES, D.A.; DINIZ, N.F.; SANTOS, A.B.; GODOY, C.V.; MEYER, M.C.; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.	
Fatores que influenciam o processo de transformação genética em soja via <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	81
CRUZ, G.E.N.; SILVA, M.H.P.; MOLINARI, M.D.C.; MARIN, S.R.R.; MERTZ-HENNING, L.M., NEPOMUCENO, A.L.	
Avaliação de plantas transgênicas de soja superexpressando o gene <i>AtNCED3</i> sob estresses hídricos	87
SILVA, M.H.P.; CRUZ, G.E.N.; FUHRMANN, M.B.; ANDREATTA, E.C., MOLINARI, M.D.C.; MARIN, S.R.R.; NEPOMUCENO, A.L.; MERTZ-HENNING, L.M.	
Informativo Em Dia: canal de comunicação preferencial da Embrapa Soja	92
SANTANA, W.N.; NASCIMENTO, L.L.	
Diagnóstico exploratório em análise de regressão para dados de nematologia	97
GODOI, L.S.O.; OLIVEIRA, M.C.N. de	
Detecção de antocianinas em flores de soja.....	113
SOARES, J. E. S.; POLISELI, C. B.; VERONEZZI, G.; NUNES, E. O.; GAZZONI, D. L.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.	
Caracterização de um micoparasita de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , agente causal da ferrugem-asiática da soja.....	120
PILLA, T.C.S.; SILVA, E.; GRAÇA, J.P.; LUZ, M.A.M.; BAIL, J.; NUNES, E.; SILVA, C.P.; PILAU, E.J.; BONUGLI-SANTOS, R.C.; SEIXAS, C.D.S.	
Metabólitos diferenciais de extrato aquoso de <i>Crotalaria juncea</i> e <i>Crotalaria ochroleuca</i> por UPLC-QToF-MS ^E	129
GAMEIRO, D.G.; SILVA, D. M.; COTRIM, G. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; NUNES, E. O.; MACHADO, G.D.	

Distribuição de resíduos vegetais na colheita da soja.....	138
CYRINO, T. C.; SANTOS, E.L.; CECCATTO, S. E. K.; SORIANI, R.; CONTE, O.; BALBINOT, A. A. FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H	
Infiltração estável de água no solo influenciada pelo manejo e o sentido de semeadura.....	146
OLIVEIRA, G.V.; LIMA, R.A. de; SANTOS, E.L. dos; CECCATTO, S. el K.; SORIANI, R.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.	
Resposta de cultivares de trigo a níveis de acidez do solo em sucessão a soja	153
FONTES, M.B.; MOREIRA, A.; MORAES, L.A.C.; SILVA, S.R.	
Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem-asiática da soja, na safra 2018/19, em Londrina, PR.....	158
ARAÚJO, L.M.; GODOY, C.V.	

Efeito do sistema de plantio nos caracteres agronômicos de novas variedades de mandioca de mesa

MARINI, J.V.¹; ROMANO, M.R.²

¹UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, josevictormarini@gmail.com; ²Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura

Introdução

A mandiocultura de mesa na região metropolitana de Londrina é uma atividade tradicional com dinâmica de cultivo e comercial semelhantes ao que se opera nas principais culturas olerícolas. Os regimes térmico e pluviométrico anuais associados aos solos férteis determinam altos rendimentos de raízes e o grande contingente populacional fazem da mandiocultura de mesa uma das melhores alternativas de produção para a agricultura familiar da região. Apesar de férteis, os solos típicos são de textura argilosa a muito argilosa podendo apresentar na época das chuvas um excesso de umidade e com isso favorecer à incidência de podridão radicular. Dentre as doenças que afetam a cultura da mandioca, a podridão radicular é a que mais gera impacto econômico no país, as perdas são de até 30% em terra firme, mas podem levar a perda total da lavoura quando em condições de solo compactado e sujeitos a constantes encharcamentos (Serra et al., 2009).

Segundo Lorenzi (2012), o plantio em camalhão evita o excesso de umidade e é uma prática recomendada para o manejo da podridão radicular da mandioca em solos argilosos. Esse tipo de plantio já é adotado por agricultores da microrregião de Londrina, que relatam outras vantagens adicionais notadamente a facilidade de arranquio, a formação de raízes mais uniformes e retilíneas e o aumento de produtividade.

Além de escassos na literatura, resultados de pesquisa que avaliam o efeito de sistemas de plantio da mandioca nos caracteres agronômicos devem ser interpretados com muita cautela, devendo-se evitar generalizações para toda e qualquer variedade de mandioca. De acordo com Fukuda (2003), apesar da mandioca se adaptar às mais diferentes condições edafoclimáticas, apresenta elevada interação genótipo x ambiente, tornando necessária a avaliação das variedades em cada condição ecológica.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do sistema de plantio em camalhão no desempenho agrônômico de duas novas variedades de mandioca de mesa em solo típico da microrregião de Londrina.

Material e Métodos

O experimento foi implantado em 29/05/2018 no Campo Experimental da Embrapa Soja, Londrina, PR, localizado sob as coordenadas 23°11' S, 51°11' O e altitude de 620 m. O clima é do tipo Cfa, segundo a classificação climática de Köpen-Geiger. O solo é do tipo Latossolo Vermelho distroférico. O preparo do solo foi realizado com arado de aiveca e enxada rotativa. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 e quatro repetições. O fator A foram sistemas de plantio de mandioca, sendo os tratamentos: plantio em sulco com maniva na posição horizontal e plantio em camalhão com maniva na posição vertical. O fator B foram variedades de mandioca, sendo os tratamentos: BRS 396 e BRS 399.

O espaçamento adotado foi de 1,0 m x 1,0 m. As manivas foram obtidas pelo seccionamento de ramas de plantas sadias com nove meses de idade e preparadas com corte manual com auxílio de facão nos comprimentos de 20 cm e 30 cm, para os plantios em sulco e em camalhão, respectivamente, e diâmetro entre 2 e 3 cm. A área da parcela foi de 27 m² (três linhas de plantio com nove plantas por linha). Os camalhões foram preparados manualmente com auxílio de enxada e nas dimensões de 0,5 m de base e 0,40 m de altura. Os sulcos foram abertos manualmente com auxílio de enxada na profundidade de 10 cm de profundidade. O posicionamento das manivas no camalhão foi vertical com as gemas voltadas para cima e enterrando-se cerca de 20 cm no topo dos mesmos. No sulco, as manivas foram dispostas horizontalmente na profundidade de 10 cm e em seguida todo ele foi coberto com terra. A cultura recebeu adubação mineral nas doses de 30 kg ha de P₂O₅, 20 K₂O, 7 kg ha de N e 0,12 kg ha de Zn, nas formas de fosfato de rocha reativo, cloreto de potássio, ureia, zinco quelatizado, respectivamente. A aplicação do fósforo no plantio em camalhão foi em orifícios abertos a 5 cm de cada maniva e com 20 cm de profundidade. No sulco, o fósforo foi aplicado em canaletas aberta distanciada de 5 cm da linha de plantio e ao longo da mesma, aos 30 dias após a brotação (DAB). O potássio foi aplicado em cobertura ao redor da planta aos 60 DAB. O N e o Zn foram aplicados por meio de três pulverizações da parte

aérea das plantas aos 60, 120 e 210 DAB. O controle de plantas daninhas foi realizado aos 90 e aos 150 DAP, por meio de capina mecânica manual.

Aos 12 meses após o plantio foram colhidas seis plantas da linha central de cada parcela para avaliação dos seguintes caracteres: número de raízes por planta (NR), massa de raiz por planta (Raiz), comprimento de raiz (CR), diâmetro de raiz (DR), massa fresca da parte aérea (PA), índice de colheita (IC), teor de matéria seca da raiz (MSR), teor de amido da raiz (Amido) e tempo de cozimento culinário (T). O comprimento e diâmetro da raiz foram obtidas de 10 raízes por parcela e a diâmetro foi medido na parte média da raiz. As determinações de teor de matéria seca e teor de amido foram as descritas por Grossmann e Freitas (1950). A metodologia para a determinação do tempo de cozimento culinário foi a utilizada por Pereira et al. (1985). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos erros de Shapiro-Wilk e em seguida à análise de variância (ANOVA) e teste F. As comparações das médias dos efeitos simples e do desdobramento das interações foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa SISVAR foi utilizado para processar as análises estatísticas.

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados das características agrônômicas e de qualidade físico-química das raízes de mandioca obtidos nos dois sistemas de plantio testados. De acordo com os resultados, com exceção do índice de colheita (IC), não foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das características avaliadas nos dois sistemas de plantio. O IC foi estatisticamente menor no sistema de camalhão/vertical. Esse resultado dever ser atribuído à combinação das médias de massa de raízes e massa de parte aérea, já que individualmente essas características não apresentaram médias distintas entre os sistemas de plantio (Tabela 1). Embora a colheita tenha sido realizada aos 12 meses de plantio, observa-se que o índice de colheita está abaixo de 49 %, que é o menor IC relatado na revisão de literatura sobre o tema realizada por Alves (2006). O índice de colheita obtido em torno de 42% possivelmente reflete a elevada massa de parte aérea favorecida pela elevada fertilidade do solo e pelo estado fisiológico da planta no início de período de repouso invernal.

Tabela 1. Comprimento de raízes (CR), diâmetro de raízes (DR), número de raízes por planta (NR), massa de raízes (Raiz), massa da parte aérea (PA) e índice de colheita (IC) avaliadas em dois sistemas de plantio de mandioca, aos 12 meses após o plantio. Londrina (PR), 2019.

Sistema de Plantio	CR	DR	NR	Raiz	PA	IC
	cm	cm		-----kg pl ⁻¹ -----		%
Camalhão/Vertical	29,0 ^{ns}	6,0 ^{ns}	10,5 ^{ns}	4,1 ^{ns}	6,15 ^{ns}	40,0*
Sulco/Horizontal	28,7	5,7	10,4	4,5	5,92	43,9
DMS	3,74	0,48	1,62	1,01	1,52	3,71

^{ns} = não significativo a 5 % de probabilidade; * = médias na coluna com diferença significativa pelo teste de Tukey (p≤0.05); DMS= diferença mínima significativa

As potenciais vantagens de facilidade de arranquio e raízes mais retilíneas e uniformes atribuídas ao sistema de plantio em camalhão/vertical não foram percebidas durante a colheita. Em relação à incidência de podridão radicular nos sistemas de plantio, não foi possível fazer essa comparação, já que não houve presença de podridão radicular no experimento.

Tabela 2. Massa seca da raiz (MSR), amido da raiz (Amido) e tempo de cozimento (T) avaliadas em dois sistemas de plantio de mandioca, aos 12 meses após o plantio. Londrina (PR), 2019.

Sistema de Plantio	MSR	Amido	T
	%	%	min
Camalhão/Vertical	30,1 ^{ns}	25,5 ^{ns}	20,1 ^{ns}
Sulco/Horizontal	30,9	26,2	19,8
DMS	2,43	1,24	3,28

^{ns} = não significativo a 5 % de probabilidade; DMS= diferença mínima significativa

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os resultados das características agrônômicas e de qualidade físico-química das raízes de mandioca obtidos para as variedades BRS 399 e BRS 396. Não houve diferença estatística significativa (p≤0.05) entre variedades estudadas para as características de CR, DR, NR, Raiz e T. Já para as médias de PA, IC, MSR e Amido houve diferença estatística entre as variedades. As médias de massa de raízes foram de 4,7 e 3,8 kg pl⁻¹ para BRS 399 e BRS 396, respectivamente. A diferença de produção por planta (0,9 kg) foi próxima da diferença mínima significativa (DMS) que foi de 1,01 kg (Tabela 3). De acordo com a caracterização para lançamento dessas novas variedades de mandioca de mesa da Embrapa, descritas por Vieira et

al. (2014a, 2014b), a BRS 399 apresenta um potencial de rendimento mais elevado do que a BRS 396, que corrobora com o resultado obtido nesse experimento. A massa da parte aérea da BRS 399 foi em torno de 50% maior na comparação com a BRS 396, indicando que o espaçamento de plantio pode ser melhor ajustado para cada variedade. Essa elevada parte aérea da BRS 399 fez com resultasse em um menor IC para essa variedade, mesmo com a tendência de uma maior massa de raízes. É possível que os IC obtidos para as variedades possam se elevar, como resultado de uma remobilização e migração dos carboidratos da folha para raiz, dado a elevada massa da parte aérea colhida no início do período de repouso invernal.

Tabela 3. Comprimento de raízes (CR), diâmetro de raízes (DR), número de raízes por planta (NR), massa de raízes (Raiz), massa da parte aérea (PA) e índice de colheita (IC) avaliadas em duas variedades de mandioca de mesa, aos 12 meses após o plantio. Londrina (PR), 2019.

Variedade	CR cm	DR cm	NR	Raiz -----kg pl ⁻¹ -----	PA	IC (%)
BRS 396	28,1 ^{ns}	5,7 ^{ns}	11,2 ^{ns}	3,8 ^{ns}	4,8*	44,5*
BRS 399	29,5	6,0	9,7	4,7	7,3	39,4
DMS	3,74	0,48	1,62	1,01	1,52	3,71

^{ns} = não significativo a 5 % de probabilidade; * = médias na coluna com diferença significativa pelo teste de Tukey (p≤0.05); DMS= diferença mínima significativa

Os teores de MSR e do Amido mais elevados na BRS 396 em relação à BRS 399 indicaram que pode haver uma diferença na prioridade de alocação de fotoassimilados entre raiz e parte aérea ao longo do ciclo. O tempo de cozimento, apesar de não diferir estatisticamente entre as cultivares, apresentou uma diferença de dois minutos, coincidindo com a diferença registrada no documento de caracterização das cultivares (Vieira et al., 2014). A tendência do tempo de cozimento mais rápido para a BRS 396 pode estar relacionada com o seu maior teor de amido nas raízes. De acordo com a classificação de mandiocas de mesa quanto ao tempo de cozimento culinário sugerida por Pereira et al. (1985), a BRS 396 foi classificada como boa e a BRS 399 de cozimento regular. Acima de 30 minutos a variedade é considerada de cozimento ruim.

Tabela 4. Massa seca da raiz (MSR), amido da raiz (Amido) e tempo de cozimento (T) avaliadas em duas variedades de mandioca de mesa, aos 12 meses após o plantio. Londrina (PR), 2019.

Variedade	MSR	Amido	T
	%	%	min
BRS 396	33,1*	28,5*	19,0 ^{ns}
BRS 399	27,9	23,2	20,9
DMS	2,43	1,24	3,28

^{ns} = não significativo a 5 % de probabilidade; * = médias na coluna com diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$); DMS= diferença mínima significativa

A única interação com significância estatística a 5% pelo teste F entre sistemas de plantio e variedades de mandioca foi observada para a característica de Índice de colheita. No desdobramento do sistema de plantio dentro de variedades observou-se que a interação foi restrita a variedade BRS 396 (Figura 1). No sistema de sulco/horizontal o índice de colheita da BRS 396 se aproxima de 50% enquanto no sistema de camalhão/vertical o IC está em 40%. Não é possível atribuir as respostas do IC nesses sistemas de plantio a um efeito comandado por uma menor massa de raízes ou a uma maior massa de parte aérea da variedade BRS 396, já que não houve interação significativa para essas características isoladamente.

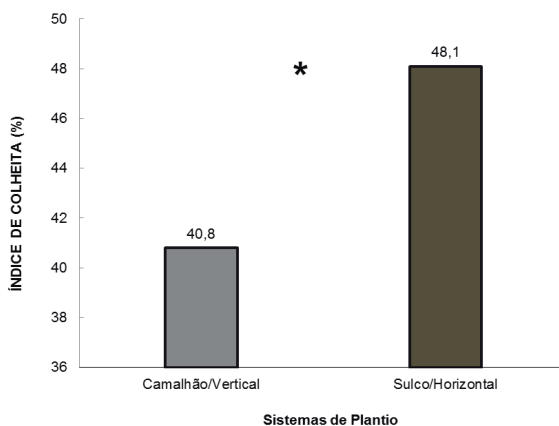


Figura 1. Índice de colheita (%) da variedade BRS 396 em dois sistemas de plantio aos 12 meses após o plantio. * indica diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Londrina (PR), 2019.

Conclusão

O sistema de plantio em sulco com posicionamento horizontal da maniva induziu um maior índice de colheita na variedade BRS 396, sem prejuízo para as demais características avaliadas;

O sistema de plantio em camalhão com posicionamento vertical da maniva revelou um menor índice de colheita de mandioca de mesa aos 12 meses de idade;

A variedade BRS 399 teve maior massa de parte aérea, menor índice de colheita e uma forte tendência a ser mais produtiva que a variedade BRS 396;

A variedade BRS 396 acumulou mais matéria seca e amido na raiz aos 12 meses na comparação com a BRS 399;

As características agronômicas e físico-químicas das raízes das variedades BRS 399 e BRS 396 obtidas aos 12 meses em Londrina-PR estão de acordo com os melhores resultados obtidos nas avaliações para lançamento dessas novas variedades de mandioca de mesa da Embrapa.

Referências

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 138-169

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C.; SILVA, S. de O. e. **Melhoramento de mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 53 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 104).

GROSSMANN, J.; FREITAS, A. C. determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de Mandioca. **Revista Agronômica**, v. 14, p. 75-80, 1950.

LORENZI, J. O. **Mandioca**. Campinas: CATI, 2012. 129 p. (CATI. Boletim técnico, 245).

PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; VALLE, T. L. Avaliação do tempo de cozimento e padrão de massa cozida em mandiocas de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, n. 1, p. 27-32, jun. 1985.

SERRA, I. M. R. S.; SILVA, G. S.; NASCIMENTO, F. S.; LIMA, L. K. F. *Scybalidium lignicola* em mandioca: ocorrência no Estado do Maranhão e reação de acessos ao patógeno. **Summa Phytopathologica**, v. 35, p. 327-328, 2009.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; RANGEL, M. A. S. **BRS 396: nova cultivar de mandioca de mesa, de polpa amarela, para o Paraná e o Mato Grosso do Sul.** Cruz da Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014b. 1 folder.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; RANGEL, M. A. S. **BRS 399: nova cultivar de mandioca de mesa, de polpa amarela, para o Paraná e o Mato Grosso do Sul.** Cruz da Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014a. 1 folder.

Resistência em populações das pragas de grãos armazenados *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica* aos inseticidas deltametrina e pirimifos-metil

BAENA, M. da S.¹; LORINI, I.²; QUIRINO, J.R.³; ROSA, E.S.³; SOUZA, T.A.³; QUEIROZ, C.A.R.³

¹UNOPAR, Acadêmica do curso de Agronomia, Londrina, PR, marcella.baena@colaborador.embrapa.br;

²Pesquisador, Embrapa Soja; ³Caramuru Alimentos S.A.

Introdução

As pragas de produtos armazenados ocorrem mundialmente e causam perdas importantes quando medidas preventivas e de controle adequadas não são implantadas. São caracterizadas por sua elevada capacidade reprodutiva e elevado número de gerações em curto período de tempo (Lorini et al., 2002); além de causar danos por deterioração, perfurar os grãos e neles penetrar para completar seu desenvolvimento alimentando-se de todo o interior, diminuindo peso de grão e possibilitando a instalação de outros agentes nocivos, como patógenos (Lorini et al., 2015). Entre essas pragas, *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus oryzae* se destacam por serem importantes pragas no armazenamento de soja, milho e trigo (Beckel, 2004; Beckel et al., 2006; Lorini, 2012; Lorini et al., 2015; Ferri et al., 2018).

O método de controle mais empregado atualmente para as pragas é o uso de inseticidas químicos. Entretanto, esse método vem apresentando restrições de uso à medida que surgem problemas de resistência das pragas de grãos armazenados aos produtos utilizados. A seleção de insetos resistentes é um exemplo de evolução das espécies e demonstram como estas podem sobreviver e mudar fisiologicamente devido à grande pressão de seleção dos produtos químicos. Além da seleção de insetos resistentes, a aplicação indiscriminada dos inseticidas permite também o reaparecimento e surtos de outras pragas. Nesse contexto, a deltametrina e o pirimifos-metil são considerados dois dos principais inseticidas usados no armazenamento de grãos e várias

populações resistentes já foram identificadas (Lorini; Galley, 1996; 1999; Beckel et al., 2002; Lorini et al., 2015).

Existem três mecanismos envolvidos na resistência de insetos aos inseticidas, ou seja: a redução da penetração do produto pela cutícula do inseto; detoxificação ou metabolização do inseticida por enzimas; e a redução da sensibilidade no sítio de ação do inseticida no sistema nervoso do inseto (Lorini, 1997).

A constatação de raças resistentes das pragas aos principais inseticidas químicos, evidenciam a urgente necessidade em se fazer o manejo integrado de pragas em produtos armazenados (Lorini et al., 2015), para preservar as moléculas químicas atualmente utilizadas. O manejo de resistência destas pragas é essencial, pois quando há uma resistência instalada o controle torna-se mais difícil. Com o manejo adequado dessas pragas, pode-se reduzir o número de espécies resistentes, ou pelo menos retardar o aparecimento de pragas resistentes (Lorini, 1997).

O manejo da resistência de pragas de armazenamento é de suma importância, devido ao número reduzido de ingredientes ativos indicados para o controle dos insetos de grãos armazenados, e também para reduzir os problemas de resíduos tóxicos nos produtos resultantes da elevação das doses necessárias para efetuar o controle satisfatório (Lorini et al., 2015).

Desta forma, o trabalho teve por objetivo investigar a resistência de populações de *T. castaneum*, *O. surinamensis*, *R. dominica* e *S. oryzae*, coletadas em diferentes unidades armazenadoras de grãos do país, aos inseticidas deltametrina e pirimifós-metil, para auxiliar nas ações de manejo integrado de pragas de grãos armazenados.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita do Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” da Embrapa Soja em Londrina, PR.

Para os bioensaios com deltametrina foram utilizadas populações de insetos adultos de diversas localidades e ano de coleta. De *T. castaneum* foram

coletadas as populações TC51 de Montividiu, GO (2018); TC52 de Mineiros, GO (2018); TC54 de Portelândia, GO (2018) e TC55 de Jataí, GO (2018). De *O. surinamensis* as populações OS13 de Portelândia, GO (2018); OS14 de Montividiu, GO (2018) e OS15 de Chapadão do Céu, GO (2018). De *S. oryzae* a população SOZ43 de Pensão Velha, GO (2018) e de *R. dominica* foi utilizada a população BR86 de Alto Garças, MT (2019).

Para os bioensaios realizados com pirimifós-metil foram utilizadas as seguintes populações de *Tribolium castaneum*: TC51 de Montividiu, GO (2018); TC52 de Mineiros, GO (2018) e TC55 de Jataí, GO (2018).

Para realização dos experimentos os insetos utilizados foram mantidos e multiplicados em laboratório, em frascos de vidros com uma dieta a base de fubá + gérmen de trigo + levedo de cerveja na proporção 5:2:1 e mantidos em sala climatizada com temperatura e umidade do ar de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ e $60 \pm 5\%$, respectivamente. Para os bioensaios foram usados insetos de 1 a 10 dias de idade.

Para avaliação de resistência das populações utilizou-se o método estabelecido pela FAO (1974), com o papel filtro impregnado com o inseticida e submetendo os insetos a caminhar na superfície tratada. Os inseticidas deltametrina (K-biol 25® CE) e pirimifós-metil (Actellic 500CE) foram diluídos em hexano, obtendo-se as diferentes concentrações, além de um tratamento controle com apenas o solvente.

Nas populações de *T. castaneum* as concentrações de deltametrina variaram de 0,01% a 0,000625%, nas populações de *O. surinamensis* variaram de 1% a 0,0625%, enquanto que para a população de *S. oryzae* e de *R. dominica* a concentração variou de 1% a 0,0001%. Para o inseticida pirimifós-metil aplicado em populações de *T. castaneum*, a concentração usada variou entre 0,1% e 0,00313%.

Após o preparo, 1,0 ml de cada concentração foi aplicado em papel filtro de 9 cm de diâmetro, que após 60 minutos foram inseridos em placas de petri com a liberação de 10 insetos em quatro repetições. Após vinte e quatro horas, os insetos foram avaliados, colocando-os no centro da placa de petri, e após dois minutos de observação foram contados os insetos mortos, considerados assim aqueles que não conseguiam caminhar. Para determinação da CL_{50}

(concentração letal que causa 50% da mortalidade da população) e demais parâmetros de regressão linear de cada população, os resultados de mortalidade dos bioensaios foram analisados pelo programa estatístico Genstat Software (2003), com análise de variância (ANOVA) e significância pelo teste F ($p \leq 0,05$) para a diferenciação das CL_{50} .

Resultados e Discussão

Foram encontradas três populações resistentes ao inseticida deltametrina em *O. surinamensis*, uma em *R. dominica* e uma em *T. castaneum*, enquanto que nenhuma das populações avaliadas de *S. oryzae* apresentaram resistência ao inseticida deltametrina (Tabela 1). Em relação ao inseticida pirimifós-metil não foi possível comparar as populações por não ter sido encontrada uma população de referência de susceptibilidade na literatura, porém as três populações apresentaram diferenças estatísticas entre si (Tabela 2).

Para as populações de *T. castaneum* TC51, TC52, TC54 e TC55 o fator de resistência foi de 1,3; 1,3; 2,5 e 0,7, respectivamente (Tabela 1). A população TC54, oriunda de Palotina apresentou CL_{50} superior à população TC15, considerada referência de suscetibilidade por Monico et al. (2018).

O fator de resistência de *O. surinamensis* das populações OS13, OS14 e OS15 foram de 14,4; de 14,2 e 9,8 vezes, respectivamente, em relação à população referência (OS1). A CL_{50} de OS13, OS14 e OS15 foram significativamente superiores a população OS1 (Tabela 1), considerada de referência por Beckel et al. (2002).

A população SOZ43 de *S. oryzae* obteve fator de resistência de 2,5 maior em relação a população SoT15 (Tabela 1) de Rossato et al. (2010), considerada referência de suscetibilidade ao inseticida (Tabela 2). Entretanto, a CL_{50} de ambas foi semelhante estatisticamente.

Já na *R. dominica*, população BR86, o fator de resistência foi 41 vezes superior a população BR4 (Tabela 1), considerada referência de suscetibilidade a deltametrina por Lorini (2003) e Ferri et al. (2010). A CL_{50} da população BR86 foi superior em comparação com a BR4.

Tabela 1. Valores da CL_{50} ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), $CL_{99,9}$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b) e fator de resistência para adultos de populações de *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica* expostos ao inseticida deltametrina. Londrina, PR, 2019.

Populações	Origem das populações	Ano de coleta	CL_{50} (95% I.C.) ¹	$CL_{99,9}$ (95% I.C.)	a (\pm EP)	b (\pm EP)	Fator de Resistência
<i>Tribolium castaneum</i>							
TC15 ²	Palotina, PR	2009	0,397(0,313 - 0,510) a	17,138(7,679- 65,77)	0,758 (\pm 0,140)	1,890 (\pm 0,250)	-
TC51	Montividiu, GO	2018	0,502 (0,367 - 0,700) a	6,134 (2,891 - 31,12)	0,851 (\pm 0,260)	2,842 (\pm 0,553)	1,3
TC52	Mineiros, GO	2018	0,532 (0,434 - 0,660) a	16,431 (8,124 - 50,33)	0,568 (\pm 0,126)	2,075 (\pm 0,248)	1,3
TC54	Portelândia, GO	2018	0,997 (0,785 - 1,380) b	13,652 (6,302 - 63,62)	0,003 (\pm 0,158)	2,719 (\pm 0,471)	2,5
TC55	Jataí, GO	2018	0,274 (0,086 - 0,478) a	71,46 (8,662 - 795540)	0,748 (\pm 0,247)	1,263 (\pm 0,410)	0,7
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>							
OS1 ³	Passo Fundo, RS	1998	0,100 (0,054 - 0,146) a	-	2,021 (\pm 0,335)	2,021 (\pm 0,410)	-
OS13	Portelândia, GO	2018	1,439 (0,792 - 2,606) b	1484,7 (346,1 - 15363)	-0,162 (\pm 0,133)	1,025 (\pm 0,128)	14,4
OS14	Montividiu, GO	2018	1,422 (0,543 - 3,699) b	9831 (937,5 - 968496)	-0,123 (\pm 0,163)	0,805 (\pm 0,138)	14,2
OS15	Chapadão do Céu, GO	2018	0,984 (0,365 - 2,559) b	4764 (482,5 - 458042)	0,006 (\pm 0,170)	0,839 (\pm 148)	9,8

Continua...

Tabela 1. Continuação.

<i>Sitophilus oryzae</i>					
SoT15 ⁴	Londrina, PR	2008	0,435 (0,048 - 2,570) a	2646,0 (91,39 - 9,2E8)	0,294 (±0,287) 0,817 (±0,250) -
SOZ43	Pensão Velha, GO	2018	1,106 (0,199 - 5,584) a	14659,0 (493,3 - 3,8E8)	-0,033 (±0,238) 0,750 (±0,197) 2,5
<i>Rhizopertha dominica</i>					
BR4 ⁵	Sertão, RS	1994	0,024 (0,018 - 0,032) a	-	2,152 (± 0,449) 1,902 (± 0,375) -
BR86	Alto Garças, MT	2019	0,984 (0,365 - 2,558) b	4764 (482,5 - 458042)	0,006 (±0,170) 0,839 (±0,148) 41,0

¹ Os valores seguidos com as mesmas letras não são significativamente diferentes entre si pelo teste F, a 5 % de probabilidade. ² População referência de suscetibilidade ao inseticida deltametrina (Monico et al. 2018). ³ População referência de suscetibilidade (Beckel et al. 2002). ⁴ População referência de suscetibilidade (Rossato et al. 2010). ⁵ População referência de suscetibilidade (Lori ni, 2003; Ferri et al. 2010).

a = coeficiente linear; b = coeficiente angular; EP = Erro Padrão

FR = Fator de Resistência (CL50 das populações avaliadas dividida pela CL50 da população referência de suscetibilidade)

Tabela 2. Valores da CL_{-50} ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), $CL_{-99,9}$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b) para adultos de populações de *Tribolium castaneum* expostos ao inseticida pirimifós-metil. Londrina, PR, 2019.

Populações	Origem das Populações	Ano de coleta	CL_{-50} (95% I.C.) ¹	$CL_{99,9}$ (95% I.C.)	a (\pm EP)	b (\pm EP)
TC51	Montividiu, GO	2018	0,140 (0,085 - 0,200) a	40,24 (12,286 - 281,4)	1,071 (\pm 0,181)	1,258 (\pm 0,163)
TC52	Mineiros, GO	2018	1,497 (1,181 - 1,898) b	5,272 (3,403 - 16,513)	0,990 (\pm 0,353)	5,65 (\pm 1,35)
TC55	Jataí Estrela Dalva, GO	2018	3,077 (2,700 - 3,508) c	9,254 (6,957 - 15,681)	3,155 (\pm 0,536)	6,46 (\pm 1,04)

¹Os valores seguidos com as mesmas letras não são significativamente diferentes entre si pelo teste F, a 5 % de probabilidade.

a = coeficiente linear; b = coeficiente angular; EP = Erro Padrão

Não foram encontrados trabalhos de resistência ao inseticida pirimifós-metil e nem população suscetível de referência que permitisse a comparação de suscetibilidade da praga *T. castaneum* a este inseticida (Tabela 2).

A resistência é uma resposta genética e evolucionária devido à pressão de seleção dos inseticidas, que reflete em redução da eficiência de controle. Porém, quando os insetos são mantidos sem pressão de seleção, por algumas gerações, pode ocorrer uma lenta diminuição do fator de resistência à medida que as gerações vão passando (Lorini; Galley, 1996).

O conhecimento da resistência nas diferentes espécies é de extrema importância, tendo em vista, o número reduzido de ingredientes ativos indicados para o controle de pragas. Deltametrina (piretroide) e pirimifós-metil (organo-fosforado) são os inseticidas mais usados no país como protetores de grãos. A manutenção de um eficiente programa de manejo integrado de pragas de armazenamento, com a utilização criteriosa desses produtos, pode permitir a preservação da eficácia do controle químico e, conseqüentemente a qualidade do alimento armazenado (Lorini et al., 2015).

Conclusão

Considerando os resultados encontrados neste trabalho pode-se inferir que há resistência de adultos de *O. surinamensis* com fator de resistência superior a 14 vezes, *T. castaneum* e *S. oryzae* de 2,5 vezes e *R. dominica* de 41 vezes, para o inseticida deltametrina.

Quando se trata do inseticida pirimifós-metil, não foram encontrados trabalhos de resistência e populações suscetíveis para que fossem feitas comparações com as populações de *T. castaneum*.

Agradecimento

Os autores agradecem a técnica da Embrapa Soja, Adriana de Marques Freitas, pelo apoio na realização deste trabalho na instalação, avaliação e análise do experimento.

Referências

- BECKEL, H. S. **Resistência de populações de *Orzyaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) a inseticidas piretroides e organofosforados, em trigo armazenado.** 2004. 103 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BECKEL, H. S.; LORINI, I.; LAZZARI, S. M. N. Detecção da resistência de *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae), praga de grãos de cevada armazenada, a inseticidas químicos. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 22., 2002. **Anais e ata...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. p. 620-630.
- BECKEL, H. S.; LORINI, I.; LAZZARI, S. M. N. Efeito do sinergista butóxido de piperonila na resistência de *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae) a deltametrina e fenitrotiom. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 110-114, 2006.
- FAO. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pest to pesticides: tentative method for adults of some major beetle pest of stored cereals with malathion or lindane. **FAO Plant Protection Bulletin**, v. 22, p. 127-137, 1974. (FAO Method n.15).
- FERRI, G. C.; LORINI, I.; VENTURA, M. U. Potencial de desenvolvimento de *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae) em dietas contendo soja. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2016007, 2018. 7 p.
- FERRI, G. C.; ROSSATO, C.; PAULA, M. C. Z. de; LORINI, I. Caracterização da resistência de populações de *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) ao inseticida deltamethrin. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 5., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais ...** Londrina: Abrapós, 2010. p. 145-150.
- GENSTAT. 7 Committee. **GenStat for Windows**, 7th edition. Oxford, UK: Numerical Algorithms Group, 2003.
- LORINI, I. Insetos que atacam grãos de soja armazenados. 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. 421-444.
- LORINI, I. Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) in Brazil. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 8., 2002. **Proceedings...** York, UK: CAB International, 2003. p. 870-874.
- LORINI, I. **Insecticide resistance in *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain.** 1997. 166 f. Thesis (Ph.D.) - University of London, Ascot.
- LORINI, I.; GALLEY, D. J. Changes in resistance status of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain in Brazil, with and without deltamethrin selection. **Resistant Pest Management Newsletter**, v. 8, p. 12-14, 1996.
- LORINI, I.; GALLEY, D. J. Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain in Brazil. **Journal of Stored Products Research**, v. 35, p. 37-45, 1999.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenados**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 81 p.

LORINI, I.; MORÁS, A.; BECKEL, H. **Pós inertes no controle das principais pragas de grãos armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 35 p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 8).

MONICO, N. A.; LORINI, I.; QUIRINO, J. R.; ROSA, E. S.; SOUZA, T. A.; QUEIROZ, C. A. R. Caracterização da resistência em populações das pragas de grãos armazenados *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Lasioderma serricorne* ao inseticida deltametrina. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 13., 2018, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2018. p. 182-187. (Embrapa Soja. Documentos, 401).

ROSSATO, C.; FERRI, G. C.; LORINI, I.; PAULA, M. C. Z. de. Caracterização da resistência de populações de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) ao inseticida deltamethrin. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 5., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais ...** Londrina: Abrapós, 2010. p. 192-197.

Avaliação de pós inertes no controle de pragas de armazenamento *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne*, *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus oryzae*

ARAÚJO, B.¹; LORINI, I.²; QUIRINO, J.R.³

¹UNOPAR, Acadêmica do curso de Agronomia, Londrina, PR, barbara.araujo@colaborador.embrapa.br;

²Pesquisador, Embrapa Soja; ³Caramuru Alimentos S.A.

Introdução

O trigo tem se destacado pela sua importância para a economia global por ser um dos três cereais mais cultivados no mundo, juntamente com o milho e o arroz (Takeiti, 2015).

Os insetos-praga são um dos principais problemas de conservação do trigo no armazenamento e uma das maiores causas de perdas de produto na pós-colheita. Estes são agrupados em insetos primários, os quais têm capacidade de danificar grãos inteiros e sadios causando danos severos, e insetos secundários, os quais precisam do dano primário para atacar o grão, que pode ser ocasionado por outras pragas ou danos mecânicos nos grãos. Ambos os grupos, além do dano direto causado pelo consumo do grão, ocasionam perdas de qualidade pela presença de fragmentos de insetos nos derivados alimentares, além de contribuírem para a deterioração da massa de grãos, contaminação fúngica, presença de micotoxinas, entre outros (Lorini et al., 2015).

Dos insetos-pragas de armazenamento, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne*, *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus oryzae* podem ser responsáveis pela deterioração física, fisiológica e sanitária do lote de sementes no armazenamento (Lorini et al., 2015).

Dentre os métodos de controle de pragas de grãos e sementes armazenadas, o uso de inseticidas químicos é um dos mais empregados na atualidade. Porém, vem apresentando restrições de uso à medida que surgem problemas de resistência das pragas aos inseticidas. Existem os métodos de controle alternativos aos químicos, entre os quais está o uso de pós inertes,

como a terra diatomácea, que é obtida a partir de depósitos sedimentares de sílica em águas doces e salgadas (Chanbang et al., 2007; Lorini, 2008).

Ente as vantagens do uso de terra diatomácea, pode-se citar que, quando utilizada na dosagem recomendada, não oferece riscos à saúde de quem consome os grãos ou outros seres vivos que venham a ter contato com os produtos tratados. A terra diatomácea causa morte do inseto por dessecação, ou seja, ao aderir ao corpo do inseto, começa a destruir a camada de cera da epicutícula e a desidratar o inseto.

O preparo da terra diatomáceas para uso comercial é feito por extração, secagem e moagem do material fóssil, o qual resulta em pó seco, de fina granulometria. No Brasil, os produtos comerciais, Insecto, Keepdry e Gran Protect, que são à base de terra de diatomáceas, estão registrados como inseticidas e são indicados para controle de pragas no armazenamento de sementes e grãos, por conterem entre 86 e 91 % de dióxido de sílica (Lorini et al., 2015).

A Zeólita, também pó inerte, é um mineral de origem vulcânica 100% natural do tipo aluminossilicato hidratado. Apresenta uma estrutura cristalina com alta capacidade de troca iônica. A estrutura cristalina do produto diferencia por uma grande capacidade de hidratação e desidratação, reversivelmente, sem que se produza nenhuma alteração química ou física na sua estrutura. É composta de aproximadamente 63% de dióxido de sílica, sendo portanto, seu principal ingrediente (Celta Brasil, 2019).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a mortalidade das pragas de armazenamento *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne*, *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus oryzae*, quando submetidas ao tratamento dos grãos de trigo com pós inertes a base de terra de diatomáceas.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita de Grãos e Sementes do Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” da Embrapa Soja em Londrina, PR.

O experimento foi realizado em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, usando grãos de trigo limpos e secos e quatro espécies de pra-

gas de maior importância no armazenamento de grãos, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne*, *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus oryzae*. Os grãos de trigo foram esterilizados em estufa a 60°C por duas horas, padronizados com 12% de umidade, e tratados com três inseticidas pós inertes, Keepdry e Insecto (terra de diatomáceas) nas dosagens de 1,5g por kg de grão, e Zeólita (aluminossilicato) nas dosagens de 0,75g; 1,5 g e 3,0g por kg de grão. Também foi usado um tratamento sem nenhuma aplicação de inseticida como controle.

A aplicação de cada produto foi realizada em 1,0 kg de grãos de trigo, colocado em um saco plástico de 10 l de capacidade, homogeneizados manualmente por dois minutos após a aplicação da dosagem do pó inerte. Posteriormente, os grãos tratados foram colocados em sacos de papel de 5,0 kg de capacidade e mantidos em uma câmara de armazenamento, com controle de temperatura e umidade relativa do ar de 25 ± 1 °C e $60 \pm 5\%$, respectivamente, até a infestação.

Para a infestação, foi coletada uma amostra de 50 g de grãos de cada parcela, colocados em frascos de vidro de 100 ml de capacidade, e infestados com 20 insetos adultos de cada espécie separadamente, com idade de 1 a 10 dias, provenientes da criação massal do Laboratório de Pós-colheita de Grãos e Sementes da Embrapa Soja. Os frascos foram fechados com tecido organza e atilhos de borracha para possibilitar a troca de oxigênio e mantidos em sala climatizada, com temperatura e umidade relativa do ar de 25 ± 1 °C e $60 \pm 5\%$, respectivamente.

Após 15 dias, as parcelas foram retiradas da sala climatizada, peneiradas para extrair os insetos, e contados o número de insetos mortos, avaliando a mortalidade de cada espécie praga.

Os resultados do número de insetos mortos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de significância F ($p \leq 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para análise estatística foi utilizado o software estatístico SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

Resultados e Discussão

Os resultados demonstraram que houve mortalidade das pragas de grãos armazenados pelo tratamento do trigo com os pós inertes, possibilitando o uso destes para proteção dos grãos armazenados. Os inseticidas Insecto, Keepdry e Zeólita a 3,0 g/kg de grão, foram eficientes no controle de *T. castaneum*, *R. dominica* e *L. serricornis*, e não diferiram estatisticamente entre si (Tabelas 1 e 2).

Para *T. castaneum* os inseticidas Insecto, Keepdry e Zeólita a 1,5g e 3,0g foram estatisticamente semelhantes entre si e superiores a Zeólita a 0,75 g/kg de grão. Para *S. oryzae*, os inseticidas Insecto e Keepdry foram superiores estatisticamente a Zeólita nas três dosagens, ambos com 100% de mortalidade da praga (Tabela 1).

Nenhum dos tratamentos do grão de trigo atingiu 100% de mortalidade de *R. dominica*, sendo todos tratamentos semelhantes entre si, exceto Zeólita a 0,75 g/kg de grão e o controle que foram estatisticamente inferiores ao Keepdry. Para *L. serricornis* todos os tratamentos dos grãos foram superiores estatisticamente ao controle, destacando-se Keepdry e Zeólita a 3,0g/kg de grão com 100% de mortalidade da praga (Tabela 2).

Segundo Pinto Júnior et al. (2008), há diversos fatores que afetam a eficácia inseticida a base de terra de diatomáceas aplicada em grãos armazenados, pois diferentes formulações e origens, por exemplo, apresentam variação em toxicidade e em características físico químicas que afetam sua eficácia. Da mesma forma, diferentes espécies de insetos variam quanto à sua suscetibilidade ao produto.

A elevada pureza com altos conteúdos de SiO₂ amorfa, fazem com que a terra de diatomáceas seja mais ativa (Korunic, 1997). Pode-se mostrar o valor potencial inseticida da terra de diatomáceas pela simples análise de algumas propriedades da formulação. Tanto Insecto quanto o Keepdry tem a concentração de aproximadamente 86% de dióxido de sílica em sua composição (Lorini et al., 2015) e esse é o ingrediente ativo que causa a mortalidade das pragas, já o alumínioossilicato (Zeólita) por ter apenas 63% de dióxido de sílica (Celta Brasil, 2019), haverá uma necessidade de compensação na dosagem para atingir a mesma performance dos outros.

Tabela 1. Efeito dos pós inertes na mortalidade de insetos adultos de *Tribolium castaneum* e *Sitophilus oryzae*, pragas de armazenamento de trigo.

Tratamento	<i>Tribolium castaneum</i>		<i>Sitophilus oryzae</i>	
	Nº de insetos mortos	% Eficiência*	Nº de insetos mortos	% Eficiência*
Terra de diatomácea (Keepdry 1,5 g/kg grão)	20,00 a	100	20,00 a	100
Terra de diatomácea (Insecto 1,5 g/kg grão)	20,00 a	100	20,00 a	100
Aluminossilicato (Zeólita 0,75 g/kg grão)	15,25 b	77	1,50 cd	8
Aluminossilicato (Zeólita 1,5 g/kg grão)	19,50 a	99	3,75 c	19
Aluminossilicato (Zeólita 3,0 g/kg grão)	20,00 a	100	9,00 b	46
Controle (grão sem tratamento)	3,75 c	-	0,25 d	-
C.V. (%)	2,75		16,4	

* Abbott (1925)

Tabela 2. Efeito dos pós inertes na mortalidade de insetos adultos de *Rhyzopertha dominica* e *Lasioderma serricorne*, pragas de armazenamento de trigo.

Tratamento	<i>Rhyzopertha dominica</i>		<i>Lasioderma serricorne</i>	
	Nº de insetos mortos	% Eficiência*	Nº de insetos mortos	% Eficiência*
Terra de diatomácea (Keepdry 1,5 g/kg grão)	18,50 a	94	19,75 a	100
Terra de diatomácea (Insecto 1,5 g/kg grão)	15,25 ab	77	18,75 a	95
Aluminossilicato (Zeólita 0,75 g/kg grão)	6,25 bc	32	10,50 b	53
Aluminossilicato (Zeólita 1,5 g/kg grão)	9,25 abc	47	14,50 ab	73
Aluminossilicato (Zeólita 3,0 g/kg grão)	14,00 ab	71	19,75 a	100
Controle (grão sem tratamento)	1,75 c	-	0,75 c	-
C.V. (%)	24,2		9,20	

* Abbott (1925)

Conclusão

Os pós inertes a base de terra de diatomáceas possuem efeito inseticida sobre as pragas de armazenamento de trigo como *T. castaneum*, *S. oryzae*, *R. dominica* e *L. serricorne*. Os inseticidas Insecto e Keepdry foram eficientes no controle das quatro pragas citadas, e o aluminossilicato Zeólita a 3,0g/kg de grão foi eficiente para o controle das pragas *L. serricorne* e *T. castaneum*.

A terra de diatomáceas se apresenta como uma medida de controle que pode ser associado a outras estratégias de manejo integrado de insetos pragas de armazenamento, protegendo a qualidade dos produtos, sem os problemas da resistência dos insetos aos inseticidas químicos, da intoxicação humana e da contaminação dos produtos com resíduos químicos. Trata-se de um produto seguro para o usuário e de efeito inseticida duradouro, pois não perde eficácia ao longo do tempo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a técnica da Embrapa Soja, Adriana de Marques Freitas, pelo apoio na realização deste trabalho na instalação, avaliação e análise do experimento.

Referências

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 18, p. 265-266, 1925.

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

CELTA BRASIL. **Sobre zeólitas**. Disponível em: <<http://www.celtabrasil.com.br/0/pt/company/>>. Acesso em: 6 jun. 2019.

CHANBANG, Y.; ARTHUR, F. H.; WILDE, G. E.; THRONE, J. E. Diatomaceous earth plus methoprene for control of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera:Bostrichidae) in rough rice. **Journal of Stored Products Research**, v. 43, p. 396-401, 2007.

KORUNIC, Z. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. **Journal of Stored Products Research**, v. 34, p. 87-97, 1998.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 71 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 73).

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenados**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 81 p.

PINTO JÚNIOR, A. R.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N.; CERUTI, F. C. Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2103-2108, 2008.

TAKEITI, C. Y. **Trigo**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html>. Acesso em: 6 jun. 2019.

Predição do teor de óleo em aquênios de girassol por espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo

KAUVA, J.¹; SANCHES, L.M.²; LEITE, R.S.³; FOCESATTO, E.¹; CARVALHO, C.P.G. de³; MANDARINO, J.M.G.³

¹Faculdades Integradas do Vale do Iguaçu de União da Vitória; ²Unifil, Centro Universitário Filadelfia, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, leonardosanches1819@gmail.com; ³Embrapa Soja

Introdução

Atualmente, o Brasil vem incentivando a produção de culturas alternativas, principalmente à soja e ao milho, buscando a diversificação e a sustentabilidade de sua produção agrícola. Neste contexto, a cultura do girassol (*Helianthus annuus*) tem despertado interesse dos produtores rurais, o que pode ser observado nas safras de 2016/2017 e 2017/2018, com aumento da área de aproximadamente 65% (Conab, 2018). Os principais motivos para essa expansão estão relacionados às potencialidades da cultura, como boa adaptação às diferentes condições edafo-climáticas do país e alto teor de óleo (38-47%) nos aquênios (grãos), destinado principalmente às indústrias de alimento.

A determinação do teor de óleo em aquênios de girassol é, geralmente, feita pelo método de extração química em aparelho de Soxhlet, utilizando-se o N-hexano ou éter de petróleo como solvente químico (Instituto Adolfo Lutz, 2005). Apesar de ser um método eficiente, o uso destes solventes é prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana. Além disso, o método apresenta elevado custo e longo tempo de análise. Devido a essas características, o método químico se torna não adequado ou inviável, quando há a necessidade de avaliar um grande número de amostras.

Como alternativa, o teor de óleo pode ser predito por espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIR), sendo um método rápido, não poluente, preciso e com menor custo e necessidade de mão de obra. Para a utilização da espectrofotometria da NIR, faz-se necessário uma calibração do equipamento para correlacionar a informação espectral da NIR com um conjunto de dados provenientes de um método de referência, preferencialmente o método de extração química. Além da espécie vegetal, condições

ambientais de cultivo podem interferir na absorvância dos espectros (Saaroni et al., 2010).

Grunvald et al. (2014) construíram uma curva para avaliação de teor de óleo de girassol por meio do NIR para as condições brasileiras, mas a Ressonância magnética (RMN) foi utilizada como método de referência para a construção da curva, o que pode gerar estimativas menos precisas. Em outros países, a eficiência do NIR utilizando o método químico, como de referência, para prever teor de óleo de girassol foi relatada por Velasco et al. (2004) e Biskupek-Korell e Moschner (2006). Mas, os estudos foram realizados em países com condições ambientais distintas das encontradas no Brasil. Nesse sentido, estabelecer uma curva de calibração pela análise da espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIR) para a avaliação dos teores de óleo de aquênios de girassol, utilizando-se o método químico para construção da curva é de extrema importância.

O presente trabalho tem como objetivo estabelecer e avaliar a eficiência de uma equação de calibração para a predição do teor de óleo de aquênios de girassol através da reflectância da espectroscopia do infravermelho próximo (NIR).

Material e Métodos

Para estabelecer a equação de calibração de avaliação de teor de óleo em genótipos de girassol, foram utilizadas amostras de aquênios de linhagens endogâmicas e de híbridos de girassol semeados em Londrina, PR, na Estação Experimental da Embrapa Soja - safra 2017/2018 e de híbridos semeados em Vilhena, RO, na Estação Experimental da Embrapa Rondônia - segunda safra do verão 2018. Londrina é situada a 23° 21' 23" S de Latitude e 51° 10' 03" W de Longitude, a 585 m de altitude e apresenta solo Nitossolo Vermelho eutrófico e Vilhena é situada a 12° 44' 26" S de Latitude e 60° 08' 45" W de Longitude, a 612 m de altitude e apresenta solo Latossolo Vermelho-Amarelo.

Os aquênios de cada genótipo foram obtidos semeando uma linha de 6,0 m. Três sementes foram dispostas por cova e, aos 10 dias após a emergência (DAE), procedeu-se o desbaste das plantas, deixando apenas uma por cova,

para uma população de 45.000 plantas ha^{-1} . O espaçamento entre linhas de genótipos foi de 0,7 metros.

A adubação de base foi realizada mediante a análise química do solo, buscando atender as necessidades da cultura: 10 kg de N ha^{-1} , 70 kg de P_2O_5 ha^{-1} ; 60 kg de K_2O ha^{-1} e 2 kg de B ha^{-1} . Na adubação de cobertura, 30 dias após a emergência (DAE), utilizou-se 60 kg de N ha^{-1} na forma de uréia mais 1 kg de boro ha^{-1} (borosol). A capina e controle de pragas e doenças foram realizados conforme as recomendações técnicas para a cultura. Após a maturação fisiológica, os aquênios foram colhidos manualmente.

O método de referência utilizado para a determinação do teor de óleo das amostras foi o método químico de arraste com n-hexano em extrator Soxhlet. Para a extração do óleo, os aquênios das amostras foram moídos em micro-moinho de café, marca Philco. Para cada genótipo avaliado, foram pesadas três replicatas de 500 mg cada, identificadas com A, B e C e acondicionadas em sachês preparados com papel filtro qualitativo. Os mesmos foram levados à estufa à 105°C por uma hora, para a secagem. Após esse período, as amostras foram transferidas para um dessecador com sílica para o resfriamento e então realizou-se a pesagem inicial. As amostras foram colocadas no extrator Soxhlet e em seguida realizou-se a lavagem com hexano até o volume de 150 mL no balão de fundo chato. Com as amostras preparadas e o balão com hexano já acoplado, iniciou-se o aquecimento da bateria de Sebelin. Depois de 6 horas sob aquecimento, foi retirado os sachês para a secagem em estufa à 105°C por mais uma hora. Após a secagem, foi retirado os sachês com uma pinça metálica e colocado novamente no dessecador para resfriamento por 15 minutos e em seguida foi realizada a pesagem final. A determinação do teor final dos lipídeos foi realizada pela diferença entre as massas final e inicial.

Dentre os genótipos analisados foram identificados aqueles com resultados mais exatos (desvio padrão menor que 0,5 entre as replicatas de análise) e também que fossem representativos para a faixa de calibração desejada (24,5% a 50,4% de óleo). Estes genótipos, num total de 200, foram utilizados para a calibração do modelo. Os demais genótipos analisados, em número de 34, foram separados para posterior validação do modelo de predição.

Os teores de óleo obtidos pelo método referência foram correlacionados com as informações espectrais da reflectância da espectroscopia do infravermelho próximo (NIR). Para isto, foram coletados os espectros de todos os genótipos, numa faixa de comprimento de onda entre 1100 e 2500 nm. Para a coleta espectral, as amostras de aquênios moídos foram transferidas para recipientes com fundo de quartzo e posicionadas sobre a esfera de integração do equipamento NIR marca Thermo Scientific, modelo Antaris II. Para cada amostra de aproximadamente 20g, foram coletados 32 scans com resolução de 4cm^{-1} , com giro contínuo da amostra para melhor representatividade do espectro e coleta de background a cada leitura. A modelagem foi baseada na regressão por mínimos quadrados parciais (PLS), com pré-tratamento para normalização dos dados espectrais (SNV) e aplicação de derivada primeira de Savitsky-Golay.

Para a determinação da equação de calibração do equipamento NIR para avaliar o teor de óleo do girassol moído, os espectros foram coletados em um comprimento de onda de 4000 à 9000 cm^{-1} . Porém, a região espectral onde teve os maiores picos de absorção foi entre 4101 e 6229 cm^{-1} , conforme Figura 1. A equação de calibração foi determinada por regressão linear, cujos parâmetros foram estimados pelo método de mínimos quadrados parciais e sua precisão verificada pelo coeficiente de correlação (R^2), erro médio de calibração (RMSEC) e pelo erro médio de predição (RMSEP).

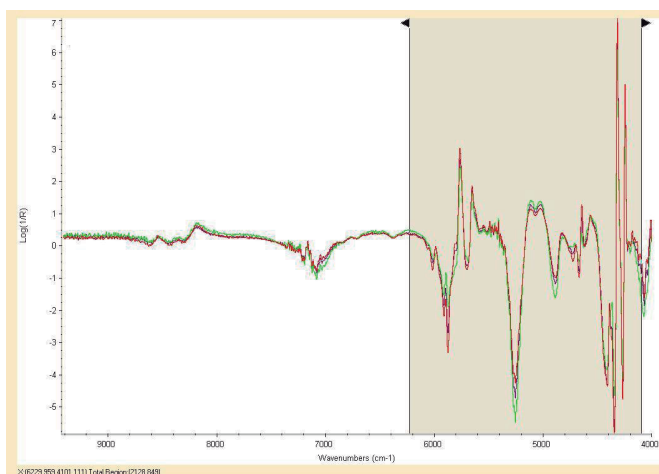


Figura 1. Região espectral estabelecida para a determinação da curva de calibração do NIR, com comprimento de onda entre 4101 a 6229 cm^{-1} .

Além dos parâmetros R^2 , RMSEC e RMSEP, os teores de óleo de 34 genótipos obtidos na equação de calibração estimada foram comparados com os obtidos por meio da extração química.

Resultados e Discussão

Para estabelecer a equação de calibração, foram utilizadas amostras com teor de óleo entre 24,5 e 50,4%, representando a variabilidade genética encontrada em *Helianthus annuus* para teor de óleo (Grunvald et al., 2014). O modelo de predição para o teor de óleo apresentou coeficiente de correlação (R^2) superior a 0,92, com erro médio de calibração (RMSEC) 1,39 e o erro médio de predição (RMSEP) 2,04 (Figura 2). O coeficiente de correlação acima de 0,70, como encontrado no presente estudo, é adequado para a seleção de genótipos de girassol (Grunvald et al., 2014).

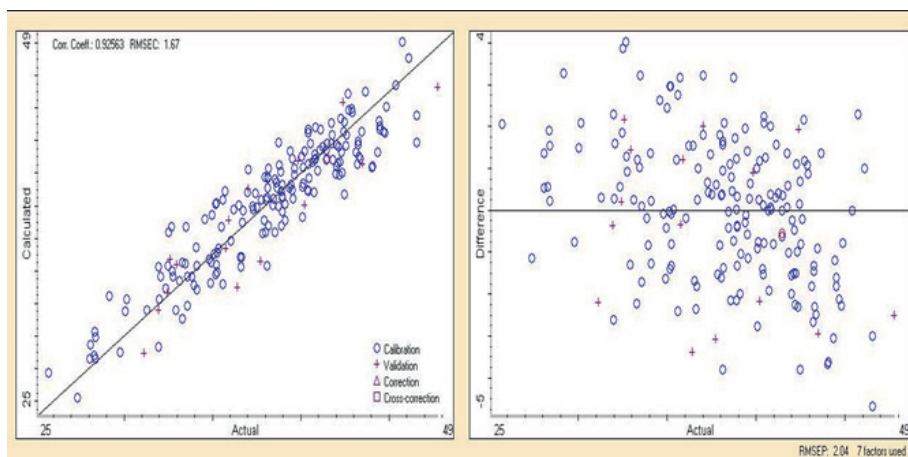


Figura 2. Equação de calibração do NIR para o teor de óleo (%) em aquênios moídos de girassol.

A tabela 2 mostra a comparação dos teores de óleo obtidos por meio da espectroscopia do infravermelho próximo (NIR) e pelo método químico de 34 genótipos com resultados primários satisfatórios (desvio padrão inferior a 1) para a validação e que não foram utilizados na curva de calibração. A diferença entre o valor obtido pelo método primário e pelo NIR, para 19 genótipos, foi inferior a 2% e apenas sete genótipos apresentaram diferença maior que 3%.

Tabela 1. Comparação entre os métodos químico e NIR para análise de teores de óleo em sementes de girassol e diferença entre métodos dados em %.

Amostras	Teor de óleo (%)		Diferença (%)
	Químico	NIR	
Validação 1	38,23	35,91	2,32
Validação 2	35,50	38,06	-2,56
Validação 3	35,79	39,80	-4,01
Validação 4	39,67	39,27	0,40
Validação 5	33,78	38,82	-5,04
Validação 6	41,49	40,63	0,86
Validação 7	37,74	36,47	1,27
Validação 8	35,85	35,22	0,63
Validação 9	33,43	34,90	-1,47
Validação 10	39,83	39,20	0,63
Validação 11	40,02	39,50	0,52
Validação 12	38,90	41,23	-2,33
Validação 13	45,45	42,43	3,02
Validação 14	40,31	39,84	0,47
Validação 15	41,39	41,13	0,26
Validação 16	38,90	42,72	-3,82
Validação 17	45,09	41,42	3,67
Validação 18	38,01	41,43	-3,42
Validação 19	36,83	39,15	-2,32
Validação 20	38,60	40,68	-2,08
Validação 21	42,01	40,74	1,27
Validação 22	42,69	40,42	2,27
Validação 23	31,90	34,14	-2,24
Validação 24	36,34	36,70	-0,36
Validação 25	36,21	38,73	-2,52
Validação 26	40,02	40,18	-0,16
Validação 27	40,33	40,59	-0,26
Validação 28	41,70	42,36	-0,66
Validação 29	39,51	41,39	-1,88
Validação 30	43,40	42,39	1,01

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Validação 31	38,70	41,76	-3,06
Validação 32	41,97	42,50	-0,53
Validação 33	39,85	39,96	-0,11
Validação 34	40,88	42,03	-1,15

Observou-se uma maior taxa de acerto do NIR entre 39 e 42%, devido à presença de muitos genótipos com esta faixa de teor de óleo na calibração, característica da distribuição média do teor de óleo nos materiais de girassol plantados e estudados atualmente. Isto indica a necessidade de inclusão de materiais com teores nestas faixas (abaixo de 35% e acima de 45%), afim de aumentar a robustez e representatividade do modelo de predição.

Conclusão

A espectroscopia por infravermelho próximo foi adequada para avaliar os teores de óleo de aquênios moídos de girassol.

Agradecimentos

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

Referências

BISKUPEK-KORELL, B.; MOSCHNER, C. R. Near-Infrared spectroscopy (NIRS) for quality assurance in breeding, cultivation and marketing of high-oleic sunflowers. *Helia*, v. 29, p. 73-80, 2006.

CONAB. **Série histórica das safras**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=10>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

GRUNVALD, A. K.; CARVALHO, C. G. P. de; LEITE, R. S.; MANDARINO, J. M. G.; ANDRADE, C. A. de B.; SCAPIM, C. A. Predicting the oil contents in sunflower genotype seeds using near-infrared reflectance (NIR) spectroscopy. *Acta Scientiarum*. Agronomy, Maringá, v. 36, n. 2, p. 233-237, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

SAARONI, H.; CHUDNOVSKY, A.; BEN-DOR, E. Reflectance spectroscopy is an effective tool for monitoring soot pollution in an urban suburb. **Science of the total environment**, v. 408, p. 1102-1110, 2010.

VELASCO L.; PÉREZ-VICH, B.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J. M. Use of near-infrared reflectance spectroscopy for selecting for high stearic acid concentration in single husked achenes of sunflower. **Crop Science**, v. 44, p. 93-97, 2004.

Desempenho da sucessão soja/milho influenciado pelo consórcio milho/braquiária, adubação nitrogenada e densidade de plantas

LOCATELLI, J. L.¹; BALBINOT JUNIOR, A. A.²; COELHO, A. E.³; SANGOI, L.³; BRATTI, F.⁴; SAPUCAY, M. J. L. C.⁵; DEBIASI, H.²; FRANCHINI, J. C.²

¹UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina-PR, jorgellocatelli@gmail.com; ²Pesquisador Embrapa Soja;

³UDESC, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; ⁴UFPR, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo; ⁵UEL, Programa de Pós-graduação em Agronomia.

Introdução

A qualidade do solo no Sistema Plantio Direto (SPD) e a estabilidade de produção das culturas são influenciadas pelo aporte de biomassa no sistema (Franchini et al., 2012; Balbinot Junior et al., 2017). Alta quantidade de palha, com elevada porcentagem de cobertura do solo, é fundamental para a sustentabilidade do SPD, por reduzir a amplitude térmica, melhorar a manutenção hídrica, proteger o solo contra a erosão, reduzir a incidência de plantas daninhas (Balbinot Junior et al., 2008; Carvalho et al., 2013) e melhorar o desempenho agrônômico da soja (Franchini et al., 2015; Balbinot Junior et al., 2017). No Brasil, o consórcio de espécies graníferas com plantas de cobertura no outono/inverno é uma alternativa promissora para elevar a quantidade de palha e a ciclagem de nutrientes no SPD, permitindo maior retorno econômico. Nesse contexto, o consórcio mais promissor no Brasil é o milho segunda safra com espécies de braquiária.

Nas últimas safras, muitos produtores têm optado pela redução ou supressão total da adubação nitrogenada no milho segunda safra, a fim de reduzir custos e o risco inerente à atividade. No entanto, um fato desconsiderado é o possível efeito benéfico da adubação nitrogenada no milho sobre a soja em sucessão. De acordo com Câmara (2014), a aplicação de N mineral em culturas de entressafra da soja pode aumentar a produtividade da oleaginosa, em função da redução da relação C/N da palhada e consequente disponibilização de nutrientes à soja semeada em sucessão, além de potencializar a ciclagem de outros nutrientes.

O aumento da densidade de plantas de milho pode estimular o aprofundamento do sistema radicular e maior acúmulo de biomassa e nutrientes na

parte aérea, o que pode ser intensificado com a adubação nitrogenada de cobertura. O incremento na densidade de plantas de milho também pode possibilitar a mitigação da competição interespecífica exercida pelas plantas que eventualmente são inseridas em consórcio, principalmente espécies de braquiária.

O entendimento das interações entre o consórcio de plantas de milho segunda safra com braquiárias, da aplicação de nitrogênio em cobertura no cereal e da densidade de plantas de milho no sistema produtivo pode contribuir fortemente para a sustentabilidade do sistema de sucessão soja/milho, gerando expressivos benefícios econômicos e ambientais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto do consórcio de milho segunda safra com braquiária, da adubação nitrogenada em cobertura e da densidade de plantas de milho sobre o desempenho agrônomo do milho e da soja em sucessão.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra 2018/19 em Londrina, PR (23°12' S, 51°11' O e altitude de 585 m), em um Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, em esquema de parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas duas modalidades de cultivo, milho solteiro e consorciado com *Urochloa ruziziensis*. Nas subparcelas foram avaliadas duas doses de N em cobertura, 0 e 80 kg ha⁻¹ de N. Nas sub-subparcelas, avaliou-se quatro densidades de plantas de milho, 40, 60, 80 e 100 mil plantas ha⁻¹. O tamanho das sub-subparcelas foi de 5 x 8 m (40m²) e área útil de 3,2 x 6 m (19,2 m²).

O milho segunda safra foi semeado no dia 10 de março de 2018, sobre os resíduos da cultura da soja. Utilizou-se uma semeadora-adubadora com tração tratorizada, a fim de promover a demarcação das linhas de semeadura (espaçamento de 85 cm) e a deposição do fertilizante, o qual foi determinado de acordo com a análise de solo e as recomendações do Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, para uma expectativa de produtividade de 10 Mg ha⁻¹. Concomitantemente, efetuou-se a distribui-

ção das sementes da braquiária (densidade de 8 kg ha⁻¹ de sementes puras e viáveis) na entre linha da cultura do milho, sem o uso de fertilizantes. O milho foi implantado através do uso de semeadoras manuais, depositando três sementes por cova, com a finalidade de garantir a adequada disposição espacial das plantas e a densidade de plantas almejada. Em V2 foi realizado o raleio das plantas de milho, deixando apenas uma planta por cova. A aplicação do N em cobertura foi realizada no estágio V5, na forma de nitrato de amônio.

No final de setembro, a braquiária foi dessecada com glifosato (1.080 g e.a. ha⁻¹). A cultura da soja foi semeada em 16 de outubro de 2018. Para tal, utilizou-se uma semeadora-adubadora ajustada para o espaçamento de 45 cm e 350 mil sementes viáveis de soja ha⁻¹. A cultivar utilizada foi a BRS 1003 IPRO e a adubação foi realizada conforme as recomendações técnicas da cultura. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* no dia da semeadura e as práticas culturais foram realizadas de acordo com as recomendações para as culturas.

Para a determinação da massa seca na maturação fisiológica (R6) do milho, foram coletadas três plantas por unidade experimental, removendo-se os grãos das plantas. Na dessecação pré-semeadura da soja, foram coletadas plantas de braquiária em um metro de fileira por sub-subparcela para estimativa da massa seca acumulada. Quando a soja estava no estágio R2, foram coletadas as plantas em um metro de fileira para determinação da massa seca. As plantas coletadas foram secas em estufa com circulação forçada de ar, até a obtenção de massa constante a 60°C, sendo a massa seca expressa em Mg ha⁻¹. A produtividade de grãos foi estimada pela colheita de duas linhas de sete metros de comprimento para o milho e de três linhas para a soja por sub-subparcela, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade e expressos em kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise da variância e teste F ($p \leq 0,05$). Quando houve efeito significativo dos fatores experimentais, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

A massa seca (MS) do milho em R6 foi influenciada pela adubação nitrogenada em cobertura e densidade de plantas. Não houve efeito das interações entre os fatores experimentais para essa variável. A adubação nitrogenada em cobertura proporcionou maior produção de MS, contribuindo para uma maior adição de palha ao sistema (Figura 1 A). O uso de nitrogênio em cobertura, além de elevar a quantidade de palha, também reduz a relação C/N, o que pode aumentar a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes ao solo (Momesso et al., 2019). O aumento da densidade de plantas de milho segunda safra proporcionou incremento linear na MS do milho em R6 (Figura 1B). Por outro lado, à medida que se elevou a densidade de plantas de milho, o crescimento da braquiária foi reduzido (Figura 1C), devido ao aumento da competição interespecífica por água, luz e nutrientes. Resultado semelhante foi alcançado por Ceccon et al. (2018), que ao avaliar a produção de MS da cultura do milho submetido à diferentes populações de braquiárias (*Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*), constatou que a medida que a população de braquiária foi superior, houve redução significativa da MS do milho. Adicionalmente, a produção de MS pela braquiária não foi influenciada pela adubação nitrogenada e pelas interações entre os fatores experimentais.

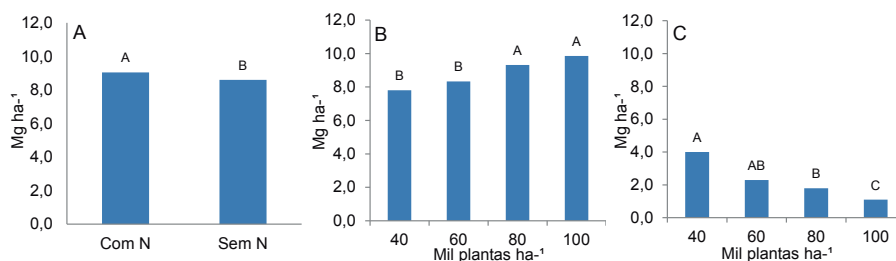


Figura 1. Produção de massa seca (MS) pelo milho quando submetida à presença e ausência de adubação nitrogenada (A) e densidades de plantas (B), e MS da braquiária sob densidades de plantas do milho no consórcio (C). Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Londrina, PR.

A MS da soja em R2 foi impactada pela interação entre o consórcio e a adubação nitrogenada e entre o consórcio e a densidade de plantas de milho. Na ausência da adubação nitrogenada no milho, o consórcio do milho com a braquiária promoveu aumento da MS da soja (Figura 2A). Entretanto, com

a adubação nitrogenada no milho, o consórcio não influenciou o crescimento da soja em sucessão. Ao avaliar a MS da soja sob as densidades de plantas do milho e o consórcio, constatou-se que o estabelecimento de 100 mil plantas ha^{-1} de milho em consórcio com a braquiária promoveu redução da produção de MS pela cultura da soja em relação à densidade de 40 mil plantas ha^{-1} de milho (Figura 2B). Do mesmo modo, constatou-se que em condições de densidade reduzida (40 mil plantas ha^{-1}), a presença da braquiária permitiu maior crescimento da cultura da soja. Ceccon et al. (2018) destacam que o ponto máximo de adição de MS pelas culturas no consórcio nem sempre é o mais interessante, mas sim aquele em que não há redução de produtividade do milho e adequada quantidade de massa seca para a semeadura da soja em sucessão.

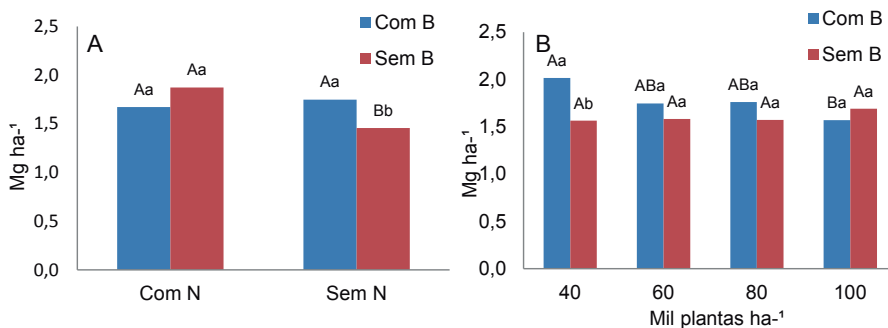


Figura 2. Produção de massa seca (MS) pela soja em R2 quando submetida à presença e ausência de adubação nitrogenada no milho e ao consórcio do milho com a braquiária (A), e sob densidades de plantas de milho e consórcio do milho com braquiária (B). Médias seguidas por letras iguais, maiúscula para nitrogênio e densidade e minúscula para consórcio com braquiária, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Londrina, PR. Com B=com braquiária. Sem B=sem braquiária.

A produtividade do milho foi impactada pela interação entre a densidade de plantas de milho e o consórcio (Figura 3A). Densidades de plantas inferiores a 60 mil ha^{-1} promoveram redução da produtividade da cultura. Quando a densidade foi de 40 mil plantas ha^{-1} , a presença da braquiária reduziu a produtividade de grãos de milho, em função do maior crescimento da forrageira, possivelmente reduzindo a disponibilidade de recursos do ambiente – água, luz e nutrientes – ao cereal (Figura 3A). A adubação nitrogenada no milho não alterou a produtividade do milho.

Foi observado efeito principal da densidade de plantas de milho (Figura 3B) e adubação nitrogenada em cobertura no milho (Figura 3C), sobre a produtividade da soja. A densidade de 60 mil plantas ha^{-1} de milho apresentou menor produtividade em relação a 40 mil plantas ha^{-1} . A aplicação de 80 kg ha^{-1} de N no cultivo antecessor à soja elevou a produtividade de grãos da soja. A adubação nitrogenada no milho proporcionou o aumento na adição de MS (Figura 1A), além de uma possível redução da relação C/N, que impacta diretamente na velocidade de mineralização de nutrientes e na disponibilização destes para a cultura subsequente. Na presente pesquisa, a inserção da braquiária em consórcio com o milho não influenciou a produtividade da soja.

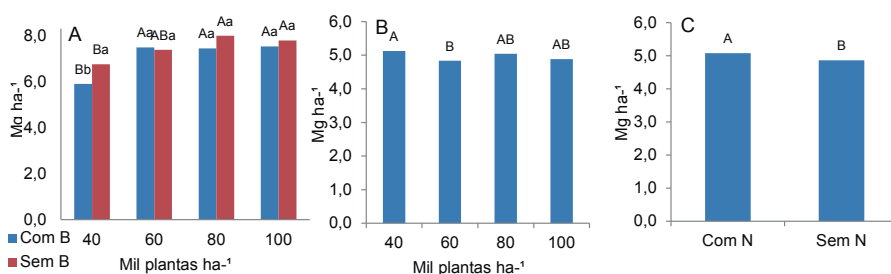


Figura 3. Produtividade do milho submetido a densidades de plantas e consórcio (A). Produtividade da soja sob densidades de plantas de milho (B), e com e sem aplicação de N no milho segunda safra (C). Médias seguidas por letras iguais, maiúscula para densidade e nitrogênio e minúscula para consórcio com braquiária, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Londrina, PR. Com B=com braquiária. Sem B=sem braquiária.

A adubação nitrogenada no milho segunda safra, que nos últimos anos têm sido reduzidas pelos produtores, em função do alto risco agrometeorológico e baixa resposta da cultura do milho à adubação nitrogenada em segunda safra, pode ser um fator depreciativo no contexto de rendimento do “sistema de produção”. Diferentemente da adubação nitrogenada na soja (Mourtzinis et al., 2018), a adubação nitrogenada no milho proporcionou aumento de, aproximadamente, 220 kg ha^{-1} na produtividade da soja em relação ao tratamento sem adição de N. Salienta-se que é necessário a continuidade do experimento para a obtenção de resultados mais robustos.

Conclusão

A aplicação de N no milho segunda safra aumentou a produção de massa seca do cereal, bem como a produtividade da cultura da soja em sucessão.

À medida que se elevou a densidade de plantas de milho, houve aumento na produção de massa seca do milho e redução da massa seca da braquiária.

Densidades de plantas de milho superiores a 60 mil plantas ha⁻¹ mitigam o impacto negativo da competição interespecífica exercida pela braquiária sobre o milho em consórcio.

Referências

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592-598, 2017.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.; VEIGA, M. Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho (*Zea mays*) cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 569-576, 2008.
- CÂMARA, G. M. S. Fixação biológica do nitrogênio em soja. **Informações Agronômicas**, v. 147, p. 1-9, 2014.
- CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; NETO, D. de O. A.; TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônomo de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 157-166, 2013.
- CECCON, G.; SILVA, J. F.; MAKINO, P. A.; LUIZ NETO NETO, A. Consórcio milho-braquiária com densidades populacionais da forrageira no centro-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 157-167, 2018.
- FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo da pastagem, épocas de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.1131-1138, 2015.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N.; TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and growing systems over two decades in Southern Brazil. **Field Crops Research**, v. 137, p. 178-185, 2012.
- MOMESSO, L.; CRUSCIOL, C. A.; SORATTO, R. P.; VYN, T. J.; TANAKA, K. S.; COSTA, C. H.; FERRARI NETO J.; CANTARELLA, H. Impacts of nitrogen management on no-till maize production following forage cover crops. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 2, p. 639-649, 2019.
- MOURTZINIS, S.; KAUR, G.; ORLOWSKI, J. M.; SHAPIRO, C. A.; LEE, C. D.; WORTMANN, C.; HOLSHOUSER, D.; NAFZIGER, E.D.; KANDEL, H.; NIEKAMPF, J.; ROSS, W. J.; LOFTON, J.; VONK, J.; ROOZEBOOM, K. L.; THELEN, K. D.; LINDSEY, L. E.; STATON, M.; NAEVE, S. L.; CASTEEL, S. N.; WIEBOLD, W. J.; CONLEY, S. P. Soybean response to nitrogen application across the United States: a synthesis-analysis. **Field Crops Research**, v. 215, p. 74-82, 2018.

Avaliação de plantas transgênicas de soja superexpressando o gene *AtGoIS2* sob estresses hídricos

CABRAL, L. P. B.¹; FUHRMANN, M. B.²; NEUMAIER, N.³; FARIAS, J. R. B.³; NEPOMUCENO, A. L.³; MERTZ-HENNING, L. M.³

¹UNIFIL, Graduação em Agronomia, Londrina, PR; ²Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular; ³Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

A soja é a cultura produtora de grão de maior importância no Brasil, que se destaca como segundo maior produtor mundial, com uma estimativa de produção na safra 2018/19 de mais de 114 milhões de toneladas do grão (Conab, 2019).

Entretanto, diversos fatores podem comprometer o desempenho produtivo da soja, incluindo o efeito dos estresses abióticos como a seca ou o encharcamento do solo. A seca é um dos grandes problemas para a agricultura global e, de acordo com Salekdeh et al. (2009), afeta permanentemente 28% dos solos do mundo, com quase metade de todos os solos intermitentemente limitados devido à falta de profundidade, à baixa capacidade de retenção de água e a outros fatores.

O Brasil, por ser um país de clima tropical com dimensão continental, sofre com efeitos de pequenos veranicos que ocorrem frequentemente durante o período de cultivo da soja, ou dependendo do ano, com secas mais severas que podem levar a perdas drásticas no rendimento. Além da seca, o estresse por excesso hídrico no solo também pode prejudicar o desempenho da soja, pois limita a disponibilidade de oxigênio às plantas (Drew, 1997), acarretando em distúrbios no metabolismo das mesmas os quais prejudicam seu crescimento e o desenvolvimento (Borella et al., 2014). A maioria das áreas que sofrem estresse por encharcamento do solo encontra-se no Rio Grande do Sul (Pinto et al., 2017).

O desenvolvimento de plantas mais tolerantes a esses estresses pode contribuir para aumentar a estabilidade de rendimento nas regiões sujeitas à ocorrência de seca ou encharcamento do solo. Ferramentas da biotecnologia,

como o desenvolvimento de plantas transgênicas têm sido utilizadas visando o desenvolvimento de genótipos mais tolerantes. Estudos prévios desenvolvidos na Embrapa Soja indicam que plantas de soja superexpressando o gene *AtGoS2* apresentam melhor desempenho da cultura sob condições de déficit hídrico (Honna et al., 2016).

Diante do exposto realizou-se este estudo com objetivo de avaliar plantas de soja superexpressando o gene *AtGoS2* sob condições de seca e encharcamento do solo, por meio da avaliação do teor de clorofila e da taxa de crescimento relativo em altura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando a cultivar convencional BRS 184 e o evento geneticamente modificado (GM) denominado 2la4 (superexpressando o gene *AtGoS2*). As plantas foram cultivadas em vasos de 1L, contendo 1Kg de substrato areia:solo na proporção 1:1. Inicialmente as sementes dos respectivos genótipos foram germinadas em laboratório e após cinco dias, plântulas de tamanho uniforme foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e transplantadas para os vasos em casa de vegetação. As plantas foram mantidas sob condições ideais de irrigação até atingirem o estágio fenológico V3 (Fehr et al., 1971). A partir desse estágio iniciou-se o tratamento de estresse, sendo as plantas do tratamento controle mantidas sob condições ideais de irrigação. As do tratamento de seca foram submetidas ao estresse por meio de suspensão da irrigação e as do tratamento encharcado foram submetidas à adição de uma lâmina de água de 3-5 cm acima do nível do solo. Foram utilizadas seis repetições para cada tratamento. As plantas permaneceram nessa condição até que as plantas dos tratamentos de estresse por seca e encharcamento atingissem valores de condutância estomática inferiores a $200 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Flexas et al., 2004). Ao atingirem essa condição, realizou-se a leitura do teor de clorofila utilizando o aparelho SPAD-502 (*Soil Plant Analysis Development*). As leituras foram realizadas em cada planta na folha central do terceiro trifólio a partir dos cotilédones evitando a nervura central. O teor de clorofila foi estimado pela equação conforme metodologia de Rodrigues et al. (2013). Adicionalmente realizou-se a determinação da taxa de crescimento relativo em altura, com auxílio de régua milimetrada.

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados observados para o teor de clorofila na folha (Figura 1) e na raiz (Figura 2), não foram observadas diferenças entre os genótipos nas diferentes condições de estresse testadas. Neste experimento, embora o estresse tenha sido detectado por meio da condutância estomática, visualmente não foi possível detectar diferenças entre os tratamentos, o que pode explicar a ausência de diferenças entre genótipos neste estudo (Figura 3). Assim, novos ensaios com períodos maiores de exposição ao estresse e com avaliação de outras características fisiológicas além das avaliadas neste estudo são necessários para melhor caracterização dos genótipos.

Os dados da taxa de crescimento relativo em altura seguiram o mesmo comportamento da clorofila, não sendo observadas diferenças entre o evento GM e a cultivar convencional BRS 184. Dessa forma, sugere-se a necessidade de novas experimentos que incluam períodos maiores de exposição ao estresse, além da inclusão de outras características fisiológicas nas avaliações, que permitam explicar as diferenças observadas nos ensaios prévios como no estudo de Honna et al. (2016), que mostram maior tolerância do evento GM 21a4 em comparação a cultivar convencional BRS 184 frente ao déficit hídrico.

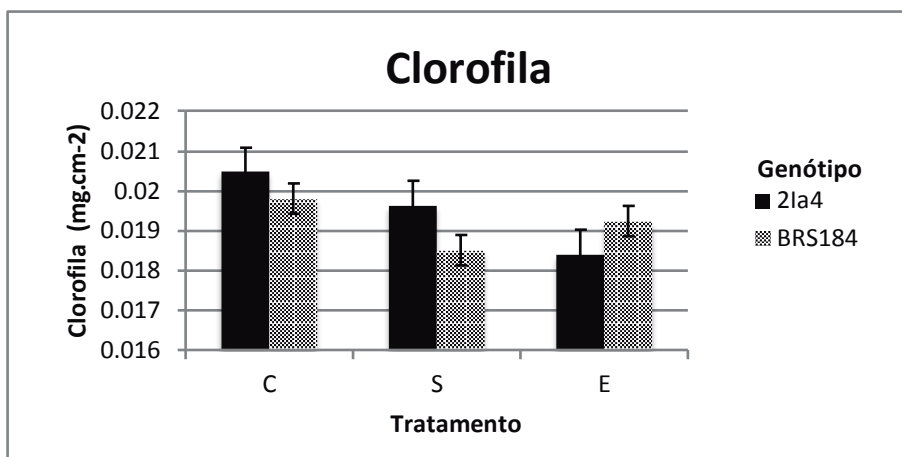


Figura 1. Teor de clorofila em plantas de soja sob os estresses por seca (S), encharcamento (E) e na condição controle (C) em plantas no estágio V4 (Fehr et al., 1971).

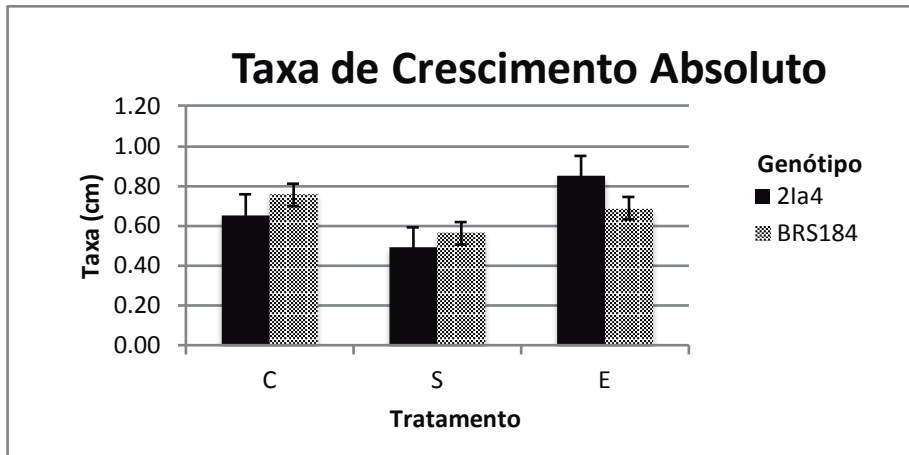


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto (cm/7 dias) em plantas de soja sob os estresses por seca (S), encharcamento (E) e na condição controle (C) em plantas no estágio V4 (Fehr et al., 1971).

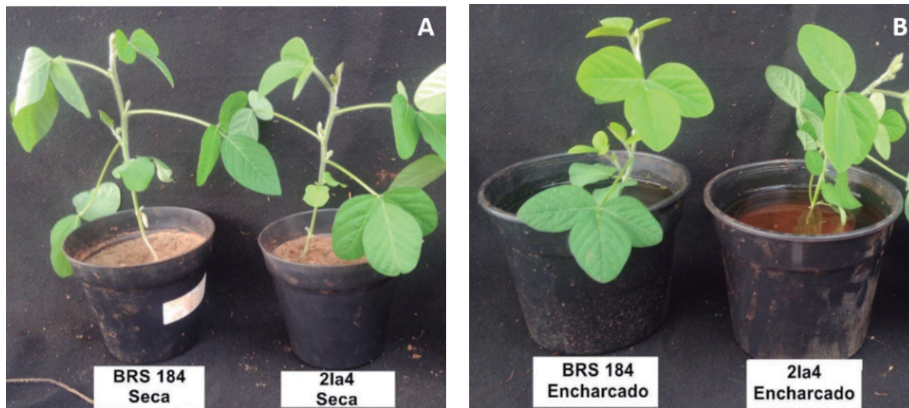


Figura 3. Plantas de soja sob os estresses por seca e encharcamento. BRS 184 (Cultivar convencional), 2la4 (evento GM superexpressando o gene *AtGo/S2*)

Conclusão

Não houve diferença entre os genótipos testados em relação ao teor de clorofila e a taxa de crescimento em altura nas diferentes condições de estresse.

Referências

- BORELLA, J.; AMARANTE, L. do; OLIVEIRA, D. dos C. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; BRAGA, E. J. B. Waterlogging-induced changes in fermentative metabolism in roots and nodules of soybean genotypes. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 6, p. 499-508, 2014.
- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, oitavo levantamento, maio 2019, safra 2018/19. 69 p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 10 mai. 2019.
- DREW, M. Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. In: KOZŁOWSKI, T. T. (Ed.). **Flooding and plant growth**. Orlando, Florida: Academic Press Inc., 1997. p. 47-128.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development description for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, p. 929-931, 1971.
- FLEXAS, J.; BOTA, J.; LORETO, F.; CORNIC, G.; SHARKEY, T. D. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biology**, v. 6, n. 3, p. 269-279, 2004.
- HONNA, P. T.; FUGANTI-PAGLIARINI, R.; FERREIRA, L. C.; MOLINARI, M. D. C.; MARIN, S. R. R.; OLIVEIRA, M. C. N. de; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; MERTZ-HENNING, L. M.; KANAMORI, N.; NAKASHIMA, K.; TAKASAKI, H.; URANO, K.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; DESIDÉRIO, J. A.; NEPOMUCENO, A. L. Molecular, physiological, and agronomical characterization, in greenhouse and in field conditions, of soybean plants genetically modified with AtGols2 gene for drought tolerance. **Molecular Breeding**, v. 36, n. 11, 2016. DOI:10.1007/s11032-016-0570-z.
- PINTO, L. F. S.; MIGUEL, P.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea e terras baixas. In: EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de (Ed.). **Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 23-43.
- RODRIGUES, L. V.; ROGGIA, S.; CRUSIOL, L. G.; CAVALLARI, L. S.; PEREIRA, J. P. V.; FERRARI, F. Teor de clorofila e NDVI de soja em resposta ao ataque do percevejo-marrom, *Euschistus heros*. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 129-132. (Embrapa Soja. Documentos, 339).
- SALEKDEH, G. H.; REYNOLDS, M.; BENNETT, J.; BOYER, J. Conceptual framework for drought phenotyping during molecular breeding. **Trends in Plant Science**, v. 14, n. 9, p. 488-496, 2009.

Conteúdo de lignina e tolerância à deterioração em pré-colheita e efeito na qualidade de sementes de soja

CARVALHO, B.L.¹; BRZEZINSKI, C.R.²; ABATI, J.²; KRZYZANOWSKI, F.C.³; FRANÇA NETO, J. de B.³; HENNING, F.A.³

¹Centro Universitário Pitágoras, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, brendalayanna@hotmail.com; ²Embrapa Soja, Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos; ³Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

A produção de sementes é afetada por diversos fatores, no entanto, perdas frequentes têm sido relatadas a campo, através da deterioração por umidade, ocasionada pelo excesso de chuva em pré-colheita. Assim, a identificação e determinação das principais características dos genótipos, intrínsecas às vagens e sementes e sua relação com a deterioração por umidade, podem auxiliar os programas de melhoramento na obtenção e desenvolvimento de cultivares voltadas as qualidades de sementes (Brzezinski, 2018).

A semente é o insumo básico e vital para o crescimento sustentável da produtividade e da produção agrícola. A qualidade final das sementes é adquirida durante todo o processo de produção, sendo fundamental o ajuste adequado das datas da semeadura e a determinação das regiões aptas à produção de sementes, de forma que as fases fenológicas mais críticas coincidam com os períodos climáticos favoráveis para atender às necessidades da cultura, e que o estágio de maturação das sementes ocorra em condições de temperaturas mais amenas associadas a baixos índices pluviométricos (Sediyama et al., 1993; Tecnologias..., 2013).

Elevados índices pluviométricos em determinados períodos de desenvolvimento da soja, especialmente em pré-colheita, podem ser prejudiciais à qualidade das sementes em decorrência da deterioração por umidade (França Neto; Henning, 1984). Esse dano ocasiona enrugamento e rachaduras no tegumento, devido à expansão e contração deste tecido em função da exposição a ciclos alternados de variação na temperatura e na umidade relativa (França Neto et al., 2000; Cunha et al., 2009; Terasawa et al., 2009). Segundo Oliveira et al. (2014) vagens com maior teor de lignina podem apresentar me-

nor permeabilidade à água, o que pode resultar em menor deterioração das sementes a campo.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a tolerância de cultivares de soja com teores contrastantes de lignina submetidas à deterioração em pré-colheita.

Material e Métodos

O ensaio foi desenvolvido no Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja, Londrina, PR, nos Laboratórios de Fisiologia, Tecnologia e Química de Sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10 x 3, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por dez cultivares de soja (A, B, C, D, E, F, G, H, I e J) e três volumes de chuva artificial (0, 54 e 162 mm). O material experimental foi produzido em condições de casa-de-vegetação (modelo Van der Hoeven®) com controle parcial de temperatura e umidade relativa do ar, monitorada com equipamento Data Logger. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com o fungicida comercial Derosal Plus® (Carbendazin + Thiram) na dose de 200 mL 100 kg⁻¹. Após o tratamento, foram semeadas em vasos de 9 litros, com solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico de textura argilosa em profundidade de três centímetros. Inicialmente foram colocadas quatro sementes por vaso e após a emergência das plântulas foi feito o raleio deixando duas plantas por recipiente. Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições. Efetuou-se a irrigação diária do solo dos vasos por meio de um sistema automatizado de gotejamento.

A determinação do estágio fenológico das plantas foi baseada na escala de Ritchie et al. (1997). A aplicação dos tratamentos (simulação de chuva) foi realizada no estágio de desenvolvimento da cultura R8 (maturação plena com 95% das vagens com coloração madura). A simulação de chuva artificial ocorreu durante três dias, a fim de obter a precipitação média diária e acumulada (Tabela 1). A lâmina de água foi medida por meio de pluviômetros distribuídos em toda a área experimental.

Tabela 1. Precipitações médias diárias e acumuladas (mm) em cultivares de soja no estágio fenológico de desenvolvimento da cultura (R8).

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Acumulado
Precipitação 1	0	0	0	0
Precipitação 2	18	18	18	54
Precipitação 3	54	54	54	162

A chuva artificial foi produzida com equipamento constituído por estrutura metálica com 3 m de altura e 3,5 m de largura, que permite acoplamento de um “carrinho” suspenso a 2,5 m de altura. A esse carrinho está acoplado uma barra de pulverização, responsável pelo sistema de simulação de chuva, as quais se deslocam por uma área útil de 15 m² no sentido do comprimento do equipamento. As barras do equipamento foram tracionadas por meio de correntes e engrenagens, com auxílio de um motor elétrico, cujo ajuste foi dado por um modulador de frequência, permitindo a obtenção de velocidade constante previamente determinada. Foi utilizada uma bomba hidráulica de pressão constante e acionamento automático, a qual bombeia água armazenada de um reservatório com capacidade para 3000 L até a barra e pontas de pulverização responsáveis pela formação de gotas de chuva.

A barra de pulverização foi dotada com sete bicos cônicos de alta vazão, modelo TKSS20, espaçados 0,50 m e posicionados de forma a propiciar maior uniformidade de precipitação na área aplicada. A pressão de trabalho foi de 0,81 kgf cm⁻², a altura da barra foi de 1,45 m em relação à superfície das unidades experimentais e a velocidade de deslocamento foi de 0,050 m s⁻¹. Assim, a cada deslocamento total da barra, foram aplicados 0,9 mm de chuva. Essas especificações proporcionaram a produção de gotas artificiais de chuva com diâmetro mediano volumétrico (DMV) de aproximadamente 1.140 micras, conforme informações do fabricante (*Spraying Systems*). Após os ciclos de hidratação e desidratação, as plantas foram levadas novamente para casa de vegetação e mantidas até o momento da coleta das vagens e sementes. As vagens e sementes foram coletadas manualmente dos terços superior, médio e inferior da planta em igual proporção. Após coletadas, as vagens e sementes foram encaminhadas ao Núcleo de Sementes e Grãos da Embrapa Soja para análises, conforme metodologias descritas a seguir:

Teste de Tetrazólio: a avaliação foi conduzida com duas subamostras de 50 sementes por repetição, pré-condicionadas em papel Germitest umedecido com água destilada por um período de 16 h, em germinador com temperatura ajustada para 25 °C. Após este período, as sementes foram transferidas para copos plásticos, com volume de 50 mL, sendo totalmente submersas em solução de tetrazólio (2-3-5, trifenil cloreto de tetrazólio), à concentração de 0,075%, e mantidas à temperatura de 40 °C por, aproximadamente, 150 minutos no interior de uma câmara de germinação, na ausência de luz. Após o processo de coloração, as sementes foram lavadas com água corrente e mantidas submersas até o momento da avaliação. Posteriormente, as sementes foram avaliadas individualmente, seccionando-as longitudinalmente e simetricamente, com o auxílio de lâmina de bisturi e classificadas de acordo com os critérios propostos por França Neto et al. (1998). A viabilidade foi representada pela soma das porcentagens das sementes pertencentes às classes de 1 a 5; o nível de vigor, pelas classes de 1 a 3, e a perda de viabilidade, pelas classes de 6 a 8. Foram caracterizadas as causas da perda da qualidade fisiológica das sementes, principalmente o dano de deterioração por umidade (classe 6-8). Os resultados foram expressos em porcentagem.

O teor de lignina das vagens e tegumentos foi determinado utilizando-se para cada tratamento quatro repetições de 100 sementes e 50 vagens. Inicialmente, as sementes foram separadas das vagens, e estas foram imersas em água por período de 12h para separar os tegumentos dos cotilédones. Após esse procedimento, os tegumentos e as vagens separadas anteriormente, foram levados para secagem em estufa a 105°C por 24h. A matéria seca obtida foi triturada e homogeneizada. Posteriormente foram pesadas 0,3 g para a etapa de extração das proteínas ligadas à parede celular. Após obter o material livre de proteínas, foi feita a quantificação da lignina pelo método LTGA (Capeleti et al., 2005).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade, utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk e de Hartley. Foi realizada análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. As análises foram executadas por meio do programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

As cultivares A e B contêm os menores teores de lignina na vagem e a cultivar C o menor teor de lignina no tegumento em relação às demais cultivares (Tabela 2). Segundo Oliveira et al. (2014) vagens com maior teor de lignina podem apresentar menor permeabilidade a água, o que resulta em menor deterioração das sementes a campo. A lignina além de influenciar o grau de resistência a danos mecânicos também pode influenciar o processo de absorção de água. Esse processo ocorre devido a lignina apresentar caráter altamente hidrofóbico, com isso a passagem de água através dos tecidos torna-se extremamente lenta, principalmente quando associada a outras substâncias cerosas, como a suberina (Alvarez, 1997; Cutter, 2002).

Tabela 2. Teor de lignina em vagens e tegumentos de dez cultivares de soja.

Cultivares	Vagem (%)	Tegumento (%)
A	13,38 E	4,16 B
B	14,18 D	4,22 B
C	15,45 C	3,63 C
D	16,22 A	4,55 A
E	16,31 A	4,64 A
F	18,60 A	4,28 B
G	15,26 C	4,33 B
H	15,22 C	4,35 B
I	15,22 C	4,89 B
J	16,00 B	4,87 B
CV (%)	2,64	4,21

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Através do dano por umidade, determinado pelo teste de tetrazólio, foi possível verificar que as simulações de chuva utilizadas foram eficientes para distinguir as cultivares, para as três precipitações pluviais propostas inicialmente (Tabela 3). Estes volumes permitiram caracterizar as cultivares em função do dano por umidade em diferentes intensidades, possibilitando determinar os materiais susceptíveis ou resistentes à deterioração em pré-colheita, assim como, verificar o efeito destes fatores sobre o vigor e viabilidade das sementes, conforme apresentado e discutido a seguir.

Tabela 3. Teste de tetrazólio para determinação do dano por umidade, em cultivares de soja produzidas sob três volumes de precipitações pluviiais em pré-colheita.

Dano por umidade 1-8 (%)			
Cultivar	-----Precipitações -----		
	0 mm	54 mm	162 mm
A	22 Aa	41 Bb	66 Dc
B	31 Ba	52 Cb	64 Dc
C	20 Aa	36 Bb	53 Cc
D	16 Aa	27 Ab	34 Bb
E	12 Aa	21 Ab	24 Ab
F	17 Aa	21 Aa	25 Aa
G	15 Aa	39 Bb	40 Bb
H	14 Aa	40 Bb	40 Bb
I	16 Aa	38 Bb	38 Bb
J	18 Aa	42 Bb	40 Bb
Dano por umidade 6-8 (%)			
Cultivar	0 mm	54 mm	162 mm
A	14 Ca	22 Db	26 Ec
B	9 Ba	14 Cb	18 Dc
C	2 Aa	8 Bb	18 Dc
D	6 Aa	11 Cb	11 Cb
E	3 Aa	3 Aa	1 Aa
F	5 Aa	6 Ba	6 Ba
G	4 Aa	9 Cb	11 Cb
H	4 Aa	10 Cb	11 Cb
I	5 Aa	9 Cb	10 Cb
J	4 Aa	11 Cb	12 Cb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

As cultivares C e D apresentaram maiores valores de vigor na precipitação 0 (sem aplicação de lâmina de água) (Tabela 4). Quando aplicado a lâmina de 54 mm, as cultivares que apresentaram maior vigor foram as C, E e F. Aos 162 mm, as cultivares E e F demonstraram melhor desempenho e a cultivar A, o menor vigor.

Tabela 4. Vigor e viabilidade determinados pelo teste de tetrazólio, em cultivares de soja, produzidas sob três volumes de precipitações pluviais em pré-colheita.

Vigor (%)			
Cultivar	----- Precipitações -----		
	0 mm	54 mm	162 mm
A	82 Ba	70 Bb	54 Dc
B	83 Ba	77 Ba	72 Bb
C	96 Aa	88 Aa	75 Bb
D	89 Aa	72 Bb	70 Bb
E	84 Ba	82 Aa	86 Aa
F	86 Ba	81 Aa	79 Aa
G	82 Ba	70 Ba	62 Cb
H	82 Ba	79 Ba	63 Cb
I	83 Ba	80 Ba	62 Cb
J	84 Ba	80 Ba	65 Cb
Viabilidade (%)			
Cultivar	0 mm	54 mm	162 mm
A	82 Ca	76 Cb	73 Db
B	89 Ba	84 Bb	76 Cc
C	96 Aa	90 Ab	79 Bc
D	87 Ba	84 Ba	80 Bb
E	88 Ba	86 Ba	87 Aa
F	89 Ba	86 Ba	85 Aa
G	95 Aa	91 Aa	73 Cb
H	96 Aa	92 Aa	79 Bb
I	94 Aa	90 Aa	75 Cb
J	95 Aa	91 Aa	76 Cb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P>0,05$).

Quando comparamos o efeito das precipitações sobre o vigor das cultivares testadas, foi possível observar que apenas as cultivares E e F não apresentaram reduções significativas em função do aumento das precipitações

(Tabela 4). Para viabilidade, os resultados corroboram aos observados no teste de vigor. Sendo que, com a precipitação máxima (162 mm), os materiais que demonstraram melhores resultados, foram as cultivares E e F (Tabela 4). Ainda, a cultivar A apresentou menor viabilidade para todas as precipitações testadas.

Conclusão

Por meio das avaliações realizadas nos genótipos selecionados, sementes de soja oriundas de cultivares com maiores teores de lignina na vagem apresentam maior tolerância à deterioração por umidade em pré-colheita e proporcionam sementes de melhor qualidade fisiológica.

Referências

- ALVAREZ, P. J. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MANDARINO, J. M. G.; FRANÇA NETO, J. B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v. 25, n. 2, p. 209-214, 1997.
- BRZEZINSKI, C.R. **Absorção de água, análise estrutural e qualidade de sementes de soja com teores contrastantes de lignina na vagem e no tegumento submetidos a deterioração por umidade em pré-colheita**. 2018. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- CAPELETI, I.; FERRARESE, M. L. L.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FERRARESE FILHO, O. A new procedure for quantification of lignin in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed coat and their relationship with resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 511-515, 2005.
- CUNHA, J. P. A. R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C. M.; MION, R. L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1420-1425, 2009.
- CUTTER, E. **Anatomia vegetal**. Parte I. Células e Tecidos. 2. ed. São Paulo: Roca, 2002. 320 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).
- FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 116).

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. da. Tecnologia de produção de sementes. In: A CULTURA da soja no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, C. M. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N. de; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relationship between pod permeability and seed quality in soybean. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 3, p. 273-281, 2014.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1997. (Special Report, 53).

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1993.

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

TERASAWA, J. M.; PANOBIANCO, M.; POSSAMAI, E.; KOEHLER, H. S. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.

Disponibilidade hídrica para a cultura da soja na safra 2018/2019 no município de Londrina, PR

PINTO, L.F.D.¹; SIBALDELLI, R.N.R.²; MERTZ-HENNING, L.M.³; NEPOMUCENO, A.L.³; NEUMAIER, N.³; MORAES, L.A.C.³; GONÇALVES, S.L.³; FOLONI, J.S.S.³; FARIAS, J.R.B.³

¹Unifil, Graduanda em Agronomia, Bolsista CNPq/PIBIC, Londrina, PR; ²Matemático, Especialista em Estatística; ³Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

Conhecido por ser um grande produtor de grãos nas safras de verão, com expressiva participação da agricultura familiar, o Estado do Paraná foi responsável pela produção de 16 milhões de toneladas de soja na safra 2018/2019, distribuídos em 5,4 milhões de hectares, com produtividade média de 2.989 kg.ha⁻¹. Em relação à safra anterior (2017/2018), o estado sofreu diminuição de 14,8% da produção em consequência do menor volume e principalmente má distribuição das chuvas, tornando-se o estado brasileiro com maior percentual de perdas na safra 2018/2019 (Aprosoja, 2019; Conab, 2019).

Por estar localizado ao sul do trópico de Capricórnio, o Paraná é um território de transição climática entre o clima tropical e subtropical, sujeito a interferências de eventos climáticos como El Niño e La Niña (propulsores de carência ou excesso de água em períodos produtivos). Além disso, o estado apresenta temperatura média anual de 13° a 24°C e regime de chuvas que varia de 1.000 a 2.600 mm ao ano, formando um ambiente propício para produção de soja durante o verão (Melo et al., 2015; Silva et al., 2015; Nitsche et al., 2019).

Sabe-se que para alcançar máximos rendimentos de grãos, a soja necessita de 450 a 800 mm de água por ciclo. Consequentemente, períodos de escassez causados por veranicos e estiagens são os responsáveis pela perda de produtividade, principalmente quando ocorrem durante a germinação (emergência), florescimento e enchimento de grãos, fases de maior necessidade de água. A falta de água durante a emergência afeta o estabelecimento de estande e a população de plantas, enquanto que, na floração e enchimento de grãos (estádios nos quais as plantas de soja podem necessitar de 7 a 8 mm de água por dia), representa o mesmo nível de perdas quando comparado à ocorrência de deficiência hídrica em todo o ciclo (Tecnologias..., 2013; Flumignan et al., 2015).

A caracterização climática do estado do Paraná, que o coloca como sujeito ao risco de ocorrência de períodos de escassez e déficit hídrico, tem despertado preocupação entre os agricultores, assim como o interesse pelo uso de irrigação como alternativa para mitigar perdas. Deste modo, o balanço hídrico climatológico vem sendo aplicado como ferramenta essencial para a tomada de decisão e planejamento agrícola quanto às técnicas e manejos que serão aplicadas a campo, uma vez que permite associar a disponibilidade de água de acordo com o desenvolvimento da cultura (Fiozeze et al., 2015; Gava et al., 2015; Silva et al., 2016; Soares et al., 2018).

Com isso, este trabalho teve por objetivo identificar os momentos de déficit e excedente hídricos no sistema climático, no período de produção de soja na safra 2018/2019 no município de Londrina, PR, através da análise de balanço hídrico climatológico decendial e pentadal.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Soja, município de Londrina, PR. Os dados climáticos utilizados neste trabalho são referentes ao período de outubro de 2018 a março de 2019, correspondente à safra de soja, e foram coletados na estação meteorológica instalada na fazenda experimental da Embrapa, localizada a 23°11' S, 51°11' W e 630 m de altitude (Sibaldelli; Farias, 2019). O balanço hídrico sequencial foi calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), através do uso de planilhas eletrônicas do Microsoft Excel TM, propostas por Rolim et al. (1998). O valor considerado para a capacidade de água disponível (CAD) foi de 75 mm (Farias et al., 2001).

As análises do balanço hídrico climatológico foram baseadas no comportamento da água no sistema de solo-planta-atmosfera em períodos decendial (dez dias) e pentadal (cinco dias).

Resultados e Discussão

Na safra 2018/2019 tanto no balanço hídrico climatológico decendial (Figura 1) como no pentadal (Figura 2), os meses de dezembro, janeiro e fevereiro registraram os maiores períodos de deficiência hídrica, evapotranspiração da

planta e retirada de água do sistema. O maior período com precipitação (excedente) foi observado no mês de outubro. Os meses de novembro a março apresentaram déficits hídricos, sendo o do mês de fevereiro o mais severo. Nos meses de outubro e novembro ocorreram as maiores entradas de água no sistema. O maior valor de evapotranspiração ocorreu nos meses de dezembro e janeiro, quando foram registrados os picos de escassez de água.

O balanço hídrico climatológico decendial (Figura 1) mostrou deficiência hídrica nos primeiros decêndios de novembro e de dezembro, no final de janeiro e no início de fevereiro, sendo que em fevereiro foi registrada a deficiência mais severa. Houve momentos de retirada de água do solo nos mesmos períodos onde foi verificada a ocorrência de deficiência hídrica.

Já nos decêndios finais de novembro, dezembro e fevereiro, início de janeiro e março, foram registrados períodos de excesso hídrico, quando a precipitação pluviométrica fica acima da evapotranspiração da cultura. Desta forma, verificou-se que praticamente em todos os meses de cultivo, foram observados períodos de excesso e deficiência hídrica dentro do mesmo mês.

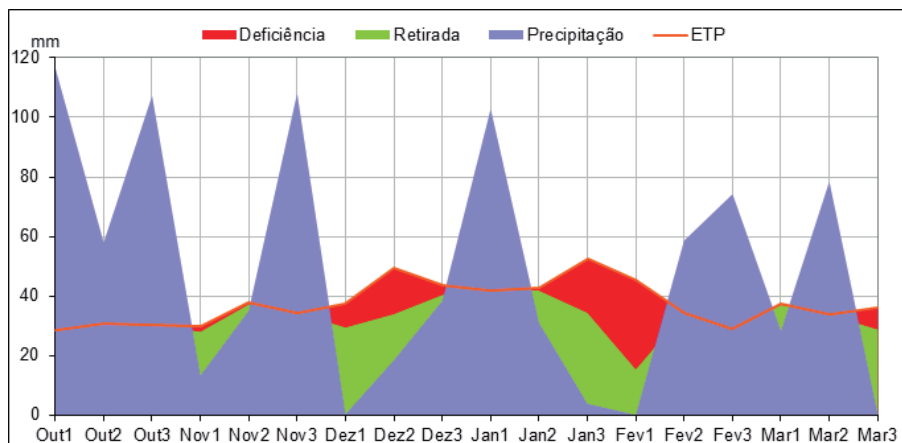


Figura 1. Disponibilidade hídrica decendial de Outubro/2018 a Março/2019. Embrapa Soja, Londrina, PR.

A precipitação pluviométrica acumulada nos meses de outubro a março foi de 872,9 mm, valor este que pressupõe-se ser suficiente para uma boa produção de soja. No entanto, ao avaliar-se a distribuição das chuvas, tanto no balanço hídrico climatológico decendial (Figura 1) como no pentadal (Figura

2), pode-se inferir que houve distribuição irregular destas chuvas, provocando períodos de deficiência e alguns momentos de deficiência severa, com períodos sem chuva, por exemplo, no primeiro decêndio de dezembro, no primeiro decêndio de fevereiro (Figura 1) e nas pântadas 68, 69 e 73, além das 5, 7 e 8 (Figura 2).

No balanço hídrico climatológico pentadal (Figura 2) foi possível observar os períodos de deficiência e excedentes com maior detalhamento. Isso possibilita uma interpretação dos períodos críticos, facilitando aos agricultores a tomada de decisões, condizendo com a aplicabilidade desta ferramenta no gerenciamento de propriedades agrícolas.

Por exemplo, no mês de outubro os decêndios (Figura 1) apresentam apenas excedentes, porém, na pântada 59 (Figura 2) é possível observar uma pequena retirada. O mesmo acontece no mês de Novembro, que no seu primeiro decêndio apresenta uma pequena deficiência e retirada, mas ao observar as pântadas 63 e 64, no mês de novembro, é possível notar um maior grau de severidade. Para o mês de fevereiro, em seu primeiro decêndio ocorreu deficiência severa por consequência de um baixo acúmulo de precipitação nos dois últimos decêndios de janeiro. Esse comportamento também pode ser observado nas pântadas 6, 7 e 8.

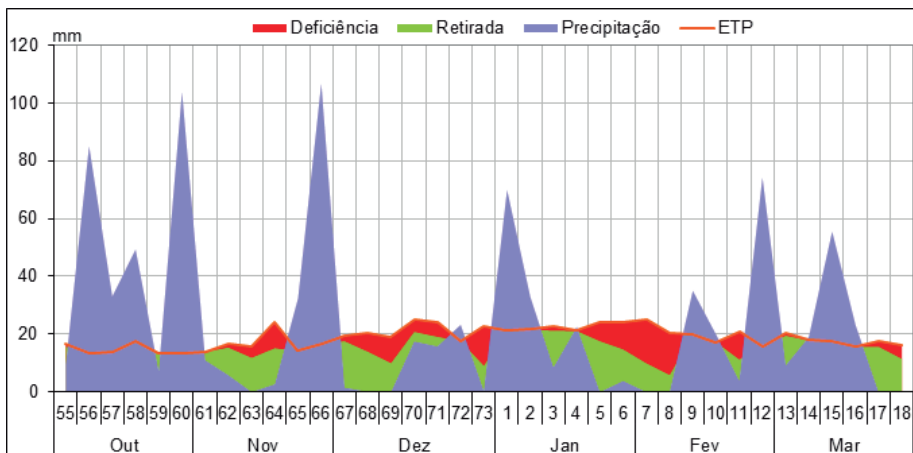


Figura 2. Disponibilidade hídrica pentadal de Outubro/2018 a Março/2019. Embrapa Soja, Londrina, PR.

Os momentos de deficiência registrados tanto em decêndios como em pên-tadas comprovam que na safra 2018/2019 as causas de queda de produção ocorreram principalmente em consequência dos baixos volumes de chuva nos meses de novembro, dezembro e janeiro afetando floração e acúmulo de matéria seca e dos longos veranicos registrados de dezembro a janeiro/ fevereiro interferindo no enchimento de grãos (Aprosoja, 2019).

Conclusão

A análise do balanço hídrico climatológico decendial e pentadal permite concluir que o período de dezembro a março a safra de 2018/2019 apresentou déficits hídricos expressivos que podem ter influenciado na produtividade final da soja. O déficit hídrico mais severo foi observado em janeiro/fevereiro, justamente no período mais crítico (enchimento dos grãos) da cultura. Quanto ao excedente hídrico, o período mais prolongado foi registrado no mês de outubro. Em todos os meses de cultivo, ocorreram períodos de excesso e de déficit hídrico.

Referências

- APROSOJA. Associação Brasileira dos Produtores de Soja. **Acompanhamento da safra de soja**. 2019. (Boletim n. 04/2019). Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/05/BOLETIM.APROSOJA.4_2019-2.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2019.
- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, maio 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 25 mai. 2019.
- 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.
- FIGLIORINI, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Ceres**, v. 58, n. 3, 2015.
- FLUMIGNAN, D. L.; ALMEIDA, A. C. dos S.; GARCIA, R. A. **Necessidade de irrigação complementar da soja na Região Sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 8 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular técnica, 34).
- GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, J. V. J.; FRAGA JUNIOR, E. F.; PERBONI, A. O estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 9, n. 6, p. 349-359, 2015.

MELO, L. C.; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; VIRGENS FILHO, J. S. das. Cenários climáticos futuros para o Paraná: oportunidades para o setor florestal. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, p. 120-131, 2015.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. 210 p. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/AtlasClimaticoPR.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2019.

ROLIM, G. S., SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SIBALDELLI, R. N. R.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2018**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 26 p. (Embrapa Soja. Documentos, 411).

SILVA, M. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; NEUMAIER, N.; MERTZ-HENNING, L. M.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Análise da disponibilidade hídrica nas safras 2014/15 e 2015/16 na Embrapa Soja, Londrina, PR. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 11., 2016, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 68-74. (Embrapa Soja. Documentos, 373).

SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C. L.; CHANG, M.; FREITAS, M.; MACHADO, B. J.; TRISTÃO, L.; RUGGERI, J. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 2, p. 181-194, 2015.

SOARES, D. A.; PINTO, G. O. A.; SIBALDELLI, R. N. R.; MERTZ-HENNING, L. M.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B. Análise da disponibilidade hídrica nas safras 2016/2017 e 2017/2018 para a cultura da soja em Londrina, Paraná. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 13., 2018, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2018. p. 195-201.

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

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

Sensibilidade do fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* ao fungicida tebuconazol

GONÇALVES, A.C.S.¹; GODOY, C.V.²; OLIVEIRA, M.C.N. de²; SOSA-GÓMEZ, D.R.²

¹Universidade do Norte do Paraná- UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, andrea.sg125@hotmail.com; ²Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

As principais lagartas pragas da soja, *Chrysodeixis includens* e *Anticarsia gemmatilis*, são afetadas pelo fungo *Metarhizium rileyi*. Sua levada prevalência pode ser afetada pela aplicação de fungicidas destinados ao controle de doenças, principalmente das controladas no início do ciclo da cultura, uma vez que o inóculo inicial que desencadeia as epizootias pode ser severamente afetado (Sosa-Gómez et al., 2003). Portanto, a identificação, caracterização e seleção de isolados que apresentem menor suscetibilidade aos fungicidas mais utilizados é de grande importância para favorecer o controle destas lagartas em sistemas agrícolas onde esses produtos são muito utilizados.

A seleção de cepas de fungos benéficos com capacidade de tolerar doses altas de fungicidas tem sido pouco explorada. Um dos poucos exemplos encontrados na literatura correspondem aos estudos realizado com o fungo *Beauveria bassiana*. Entretanto, a maior parte das linhas de pesquisa com o mesmo objetivo tem sido a abordagem de transgenia, aplicada a *Metarhizium anisopliae* (Bogo et al., 1996; Cao et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto do fungicida tebuconazole no crescimento de isolados do fungo *M. rileyi* e verificar a ocorrência de variabilidade de resposta, assim como verificar a possibilidade de seleção de cepas com resistência a ação do fungicida.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Soja, Londrina, PR. Os isolados de *M. rileyi* denominados CNPSo-Nr147, CNPSo-Nr150, CNPSo-Nr156, CNPSo-Nr493 (autorização do Sisgen, A7B2B5F) (Sosa-Gómez; Silva, 2002). Os isolados foram cultivados em placas contendo meio de cultura SMAY (2,5g de neopeptona, 10g de maltose, 2,5g de extrato de levedura,

3,75g de ágar e 250ml de água). Após 12 dias, quatro amostras de colônias foram extraídas com um vazador (7 mm de diâmetro) esterilizado. As quatro porções foram transferidas para 50 mL de meio líquido SMY e submetidas à incubação em agitador (Incubador Tecnal, TE-421, Local) a 80 rpm, a 26 °C ± 2°C durante 10 dias. O fungicida foi adicionado para obter as diluições finais de 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm e 3 ppm de tebuconazol (Folicur EC, 200g L⁻¹, Bayer) no meio de cultura líquido. Após a incubação com e sem o fungicida por 10 dias o micélio foi filtrado, a vácuo, em funil de Buchner e o peso do micélio foi determinado por diferença de peso após a filtração e submissão ao calor seco, em estufa, até peso constante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos em arranjo fatorial, com cinco isolados de *M. rileyi* vs. quatro concentrações de tebuconazol e quatro repetições.

Foram verificadas todas as pressuposições de normalidade (Shapiro; Wilk, 1965), independência (Parente, 1984), não-aditividade do modelo (Tukey, 1949) e homogeneidade das variâncias dos tratamentos (Burr; Foster, 1972) e realizadas as análises de variâncias (ANOVA) e os testes de comparação múltiplas de médias pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$ (Steel; Torrie, 1960) para verificar o efeito das concentrações de tebuconazol sobre o crescimento dos diferentes isolados do fungo.

Resultados e Discussão

De maneira geral, o peso do micélio dos isolados de *M. rileyi* foi inversamente proporcional ao aumento de concentração de tebuconazol no meio de cultura SMY (Tabela 1 e Figura 1). Os isolados que apresentaram maior crescimento micelial sem exposição ao fungicida foram o Nr147 e o Nr604. Na concentração mais elevada de 3ppm, todos os isolados sofreram forte inibição do crescimento micelial e não foram observadas diferenças significativas entre os isolados. Já na concentração de 2 ppm de tebuconazol, o isolado N4 604 apresentou o maior crescimento micelial sem diferir estatisticamente da testemunha sem fungicida. É interessante mencionar que o isolado Nr 604 foi obtido em fevereiro de 2006, após o início da prática de uso generalizado de fungicidas destinado ao controle de ferrugem-asiática, *Phakopsora pachyrhizi*. Por outro lado, os outros isolados de maior sensibilidade ao tebuconazole foram obtidos em junho de 1993 (Nr147), janeiro de 1996 (Nr150 e Nr151) e finalmente o isolado Nr 156 foi obtido em dezembro de 1988.

Tabela 1. Peso do micélio de isolados de *Metarhizium rileyi* expostos continuamente durante 10 dias a tebuconazol diluído no meio de cultura líquido.

Isolado	Concentrações de tebuconazol ⁽¹⁾			
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm
Nr147	0,475 A a	0,274 B ab	0,157 B b	0,087 C a
Nr150	0,311 A bc	0,147 B b	0,245 AB b	0,111 B a
Nr151	0,199 AB cd	0,314 A a	0,074 B b	0,111 B a
Nr156	0,098 A d	0,202 A ab	0,140 A b	0,090 A a
Nr604	0,432 A ab	0,191 B ab	0,452 A a	0,096 B a

⁽¹⁾Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

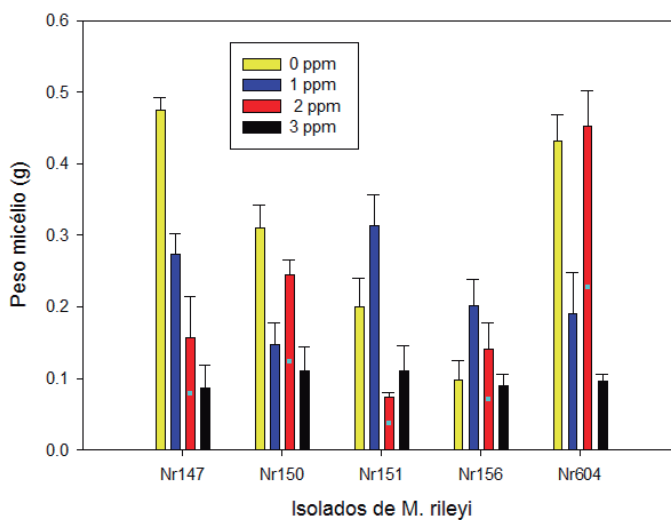


Figura 1. Massa média de micélio de isolados de *Metarhizium rileyi* expostos ao fungicida tebuconazol durante 10 dias em agitação contínua (80rpm).

Conclusão

O isolado de *M. rileyi* Nr 604 apresentou tolerância ao fungicida tebuconazol, aspecto que pode ser interessante para seu uso como agente de controle microbiano de lagartas desfolhadoras e no processo de seleção de genótipos resistentes.

Referências

- BOGO, M. R.; VAINSTEIN, M. H., ARAGÃO F. J. L.; RECH, E.; SCHRANK, A. High frequency gene conversion among benomyl resistant transformants in the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **FEMS Microbiology Letters**, v. 142, n. 1, p. 123-127, 1996.
- BURR, I.W.; FOSTER, L. A., 1972. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972. 26 p. (Mimeo series, 282).
- CAO, Y.; PENG, G.; HE, Z.; WANG, Z; YIN, Y.; XIA, Y. Transformation of *Metarhizium anisopliae* with benomyl resistance and green fluorescent protein genes provides a tag for genetically engineered strains. **Biotechnology Letters**, v. 29, p. 907-911, 2007.
- PARENTE, R. C. P. **Aspectos da análise de resíduos**. 1984. 139 f. Dissertação - (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba.
- SHAPIRO, S. S., WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; DELPIN, K. E.; MOSCARDI, F.; NOZAKI, M. H. The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 287-291, 2003.
- SOSA-GOMEZ, D. R.; SILVA, J. J. da (Org.) **Fungos entomopatogênicos**: catálogo de isolados. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 32 p. (Embrapa Soja. Documentos, 188).
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**: with special reference to the biological sciences. New York: Macgraw-Hill, 1960. 481 p.
- TUKEY, J. W. One degree of freedom for non-additivity. **Biometrics**, v. 5, p. 232-242, 1949.

Padronização de um método para detecção da mutação I86F no gene ISDH de *Phakopsora pachyrhizi* e sua ocorrência em amostras de soja das safras 2017/18 e 2018/19

SOARES, D.A.¹; DINIZ, N.F.¹; SANTOS, A.B.²; GODOY, C.V.²; MEYER, M.C.²; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.².

¹Unifil, Graduanda em Agronomia, Londrina, PR; ²Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

A ferrugem-asiática da soja está entre as maiores causas de perda no rendimento produtivo da cultura. Quando constatada pela primeira vez no Brasil em 2001, gerou perdas estimadas de até 569,2 milhões de toneladas (Yorinori et al., 2004), sendo responsável por danos que variam 10% a 90% nas diversas regiões do país onde já foi relatada (Yorinori et al., 2005). A doença é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, parasita obrigatório pertencente ao filo Basidiomycota, que possui capacidade de adentrar a célula e retirar nutrientes através de estruturas denominadas haustórios. O patógeno produz estruturas típicas de reprodução denominadas urédias, que emergem no local afetado da epiderme do hospedeiro, causando lesões de coloração castanha a marrom-escura, que comprometem a área foliar da planta.

Dentre as estratégias de manejo para controle da doença, destaca-se o uso de cultivares resistentes, emprego do vazio sanitário e calendarização da semeadura da soja, bem como o controle químico, via aplicação de fungicidas foliares, que é o método mais utilizado. Os fungicidas de maior eficiência no controle da ferrugem-asiática pertencem aos grupos dos Inibidores de Demetilação (IDM, trazóis); os Inibidores de Quinona externa (IQe, estrobilurinas); e os Inibidores de Succinato Desidrogenase (ISDH, carboxamidas) (Godoy et al., 2016). Contudo, com a generalizada distribuição geográfica da doença, a rápida disseminação e a alta agressividade no campo, o uso intensivo de fungicidas tem provocado a seleção de populações de *P. pachyrhizi* com menor sensibilidade, aumentando a frequência de populações resistentes (Godoy; Meyer, 2014).

No Brasil, até a safra de 2015/2016, não havia sido descoberta a resistência aos fungicidas ISDH, que inibem a atuação da enzima succinato desidrogenase em duas fases da respiração celular, o transporte de elétrons e o ciclo do ácido cítrico (Sierotzki; Scaliott, 2003). A resistência foi relacionada à ocorrência de uma mutação não sinônima no gene *sdhC*, levando a troca do aminoácido C-186F no códon 86 (Simões et al., 2018).

O objetivo deste trabalho foi validar um método para detecção da mutação 186F via PCR quantitativo e determinar a frequência da mutação em populações de fungos de diferentes regiões de cultivo de soja nas safras 2017/18 e 2018/2019.

Material e Métodos

As amostras de diferentes regiões do Brasil, das safras 2017/2018 e 2018/2019, foram coletadas ou recebidas, via correio na Embrapa Soja, somando um total de 92 amostras, provenientes de áreas experimentais ou de lavouras comerciais. Após o recebimento das folhas no laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Soja, os esporos foram aspirados a partir das lesões presentes na superfície da face abaxial da folha, desidratados por um período de 24 horas para posterior armazenamento em temperatura de -80°C . A extração do DNA do esporo da ferrugem foi realizada com base no protocolo de extração de Dellaporta et al. (1983) modificado e armazenado a uma temperatura de 4°C até o seu uso.

Para a detecção da mutação, o DNA das amostras foi submetido à amplificação via PCR quantitativo, utilizando de primers e sondas desenvolvidos pelo Laboratório de Biotecnologia Vegetal com base na metodologia TaqMan, flanqueando o sítio da mutação. As corridas foram analisadas no equipamento ABI 7900 em reações multiplex, em um volume final de $20\ \mu\text{L}$, contendo 2ng de DNA, $0,80\ \mu\text{M}$ dos primers e $0,20\ \mu\text{M}$ das sondas, e processados no software 7500 FastSystem.

A análise dos resultados foi conduzida com base nos gráfico de componentes, de amplificação e via discriminação alélica. Inicialmente, os DNAs de amostras de referência, obtido de amostras de DNA de isolados puros homozigotos selvagens ou heterozigotos (monospóricos), previamente tendo a

região da mutação sequenciada via Sanger, foram utilizados para validar o perfil de amplificação em cada curva. Para estimar o percentual da presença da mutação em cada amostra populacional, amostras de DNA de isolados puros homocigotos selvagem e heterocigotos (monospóricos) foram misturadas a fim de se obter padrões de referência variando de 0% a 50% de frequência da mutação.

Resultados e Discussão

Inicialmente, a análise do perfil de amplificação foi avaliada via gráfico de componentes, que consiste no desempenho das fluorescências FAM e VIC, representando a presença dos alelos resistente e suscetível, respectivamente. Numa amostra referência mutada (heterocigota), confirmada previamente via sequenciamento Sanger, o comportamento das curvas mostra aumento da fluorescência FAM antes e com maior intensidade que o da fluorescência VIC (Figura 1A). Numa amostra referência não-mutada, a curva da fluorescência VIC mostra aumento mais expressivo, a ponto de cruzar a curva da fluorescência FAM (Figura 1B).

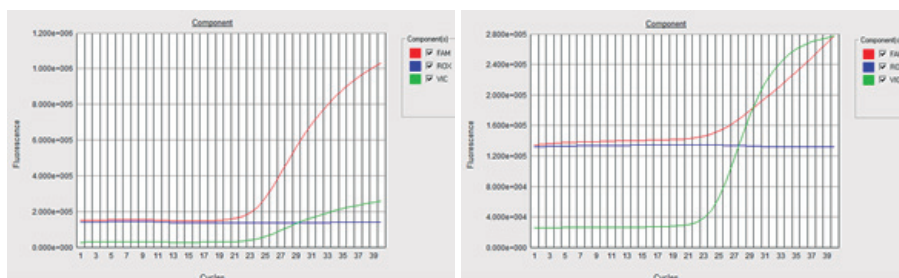


Figura 1. Perfil de amplificação das amostras de *P. pachyrhizi* no gráfico de componentes após amplificação via PCR quantitativo utilizando a metodologia TaqMan. Amostra referência (isolado monospórico) apresentando a mutação (A) e sem a mutação (B).

Adicionalmente, a análise dos resultados foi conduzida com base no gráfico de amplificação. De modo similar, na amostra referência mutada, a curva de amplificação referente ao alelo resistente apresenta maior intensidade (Figura 2A) comparado com a amostra referência não-mutada, onde a curva referente ao alelo suscetível apresenta maior intensidade e cruza a curva referente ao alelo resistente (Figura 2B).

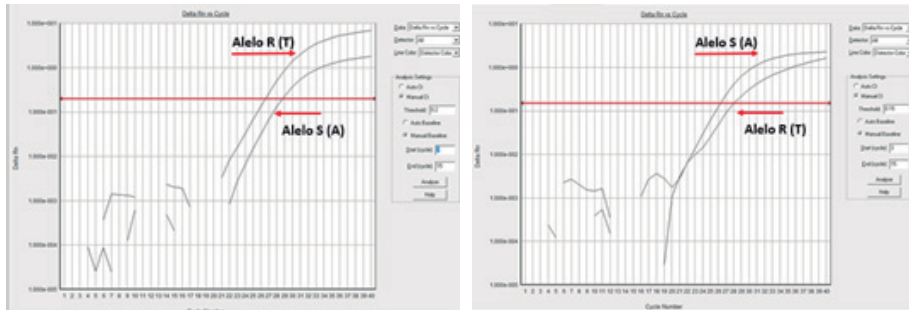


Figura 2. Perfil de amplificação das amostras de *P. pachyrhizi* no gráfico de amplificação após PCR quantitativo utilizando a metodologia TaqMan. Amostra referência (isolado monospórico) apresentando a mutação (A) e sem a mutação (B).

Finalmente, as amostras foram plotadas no gráfico de discriminação alélica, visando determinar a dispersão das amostras em função da frequência da mutação, variando de 0% a 50%. Como não foi possível estabelecer uma curva padrão, as amostras foram classificadas em intervalos variando de 0-3%, 3-6%, 6-12%, 12-25%, 25-50% de frequência da mutação (Figura 3).

A análise das 92 amostras populacionais revelou que 85% das amostras (78) de populações coletadas nas duas safras apresentam a mutação que determina a resistência ao ISDH (Figura 3A) em diferentes percentuais (Figura 3B), sendo apenas 14 amostras classificadas como não mutadas. O número de amostras mutadas foi igual para ambas as safras (39), variando, no entanto, as frequências estimadas da presença da mutação. A frequência estimada da presença da mutação nos intervalos de 3-6%, 6-12%, 12-25% e 25-50% foi maior na safra de 2018/2019, enquanto que o intervalo 0-3% foi maior na safra de 2017/2018. A safra de 2017/2018 não apresentou amostras com frequência estimada de 25-50%; em contrapartida, 4 amostras apresentaram frequência de 50%. Na safra de 2018/2019, apenas uma amostra apresentou frequência estimada de 25-50% e nenhuma amostra com frequência de 50%.

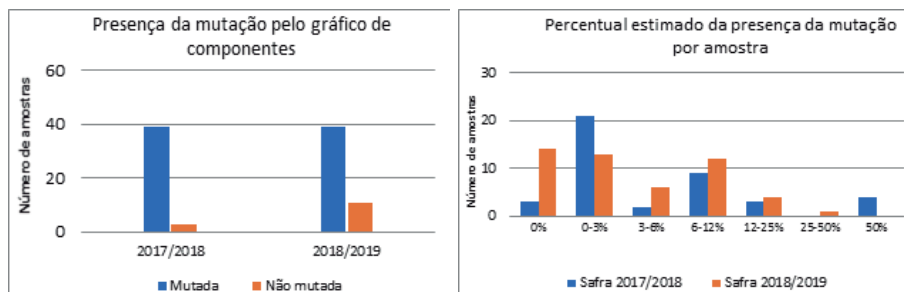


Figura 3. Caracterização das amostras de soja das safras 2017/18 e 2018/19 quanto a presença da mutação 186F: distribuição da mutação por safra (A) e percentual estimado da frequência da mutação por safra (B).

Todas as amostras consideradas não mutadas (14) apresentaram, integralmente, as características que indicam a ausência da mutação para a resistência ao SDHI, onde no gráfico de componentes a curva que representa a fluorescência VIC cruzou a curva que representa a fluorescência FAM; na amplificação absoluta a curva que representa a presença do alelo suscetível cruza a curva que representa o alelo de resistência; e na discriminação alélica, a amostra se posiciona na área representada pelo percentual estimado de 0% de mutação. Dentre as amostras consideradas mutadas pelo gráfico de componentes, 10 não condisseram integralmente com os padrões estabelecidos para indicar a presença da mutação, sendo que três delas se aproximaram mais dos padrões que determinam a ausência da mutação.

Conclusão

Pelo método desenvolvido para a detecção da mutação que determina a resistência ao ISDH, a ocorrência de mutação foi igual nas safras de 2017/2018 e 2018/2019, variando no percentual estimado das frequências da presença da mutação nas populações do fungo.

Referências

- DELLAPORTA, S. L.; WOOD, J.; HICKS, J. B. A plant DNA miniprep: version II. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 1, n. 4, p. 19-21, 1983.
- GODOY, C. V.; MEYER, M. C. Resistência a fungicidas na cultura da soja. **Informativo Meridional**, Londrina, v. 14, n. 51, p. 5, 2014.
- GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.
- SIEROTZKI, H.; SCALLIET, G. A review of current knowledge of resistance aspects for the next-generation succinate dehydrogenase inhibitor fungicides. **Phytopathology**, v. 103, n. 9, p. 880-887, 2013.
- SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 125, p. 21-26, 2018.
- YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil**: evolução, importância econômica e controle. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 247).
- YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005.

Fatores que influenciam o processo de transformação genética em soja via *Agrobacterium tumefaciens*

CRUZ, G.E.N.¹; SILVA, M.H.P.²; MOLINARI, M.D.C.³; MARIN, S.R.R.⁴; MERTZ-HENNING, L.M.⁵; NEPOMUCENO, A.L.⁵

¹Unopar, Bolsista PIBIC/CNPq, geovanaelize2010@hotmail.com; ²UNIFIL, Bolsista Embrapa;

³Programa de Pós-Graduação, Genética e Biologia Molecular, Universidade Estadual de Londrina; ⁴Embrapa Soja, Laboratório de Biotecnologia Vegetal; ⁵Pesquisador, Embrapa Soja

Introdução

Agrobacterium tumefaciens é uma bactéria tipo bacilo aeróbico gram-negativa da família *Rhizobiaceae* comumente encontrada no solo, que apresenta a capacidade de infectar células vegetais e transferir parte de seu DNA (T-DNA) para o genoma da planta (Wang et al., 1984). O uso de *A. tumefaciens* para transformação genética de plantas vem sendo aplicado com sucesso para inserir genes visando à melhoria de espécies de interesse econômico como a soja. Essa metodologia apresenta vantagens como a inserção de um menor número de cópias do transgene no genoma da planta, poucos rearranjos das moléculas de DNA introduzidas e uma maior estabilidade fenotípica durante muitas gerações de cruzamento (Schubert et al., 2004; Meng et al., 2006).

Para uma metodologia eficiente de geração de plantas geneticamente modificadas via *A. tumefaciens*, alguns fatores devem ser avaliados especialmente em relação ao genótipo e estirpes de agrobactéria (Liu; Wei, 2005). As principais características a serem consideradas na seleção de genótipos são a possibilidade de infecção por *A. tumefaciens* e a capacidade de regeneração *in vitro*; também é desejável que o genótipo apresente um excelente desempenho agrônomo (Jia et al., 2015). Em função da especificidade genotípica na interação entre a estirpe de *A. tumefaciens* e o genótipo, que impacta na habilidade de transferência do T-DNA, é necessário avaliar diferentes estirpes e cultivares, a fim de se obter um processo de transformação eficiente.

Outro fator que pode melhorar a eficiência de transformação é o emprego de metodologias que aumentem a eficiência da infecção. Tratamentos físicos capazes de produzir microferimentos nos explantes promovem a geração de moléculas indutoras do processo de transferência do T-DNA durante a sín-

tese e reparação da parede da célula vegetal favorecendo a transferência do T-DNA, pois promovem um aumento no número de sítios de fixação da *Agrobacterium* (Santarém, 2000; Matsuda et al., 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio da análise histoquímica da expressão do gene repórter *Gus*, o efeito dos fatores genótipo, estirpe e método de infecção na transferência do T-DNA, visando aumentar a eficiência do protocolo de transformação genética de soja via *A. tumefaciens*.

Material e Métodos

Foram avaliados oito genótipos de soja: BR 16, BRS 317, BRS 361, BRS 283, BRS 284, BRS 262, BRS 257 e BRS 184 quanto a suscetibilidade a infecção por duas estirpes de *A. tumefaciens*: EHA105 e GV3101 contendo o cassete que possui o gene *Gus* e as regiões necessárias para inserção, transcrição e tradução na planta, utilizando três métodos de infecção: injúria, sonicação e vácuo. Foi realizado teste de vigor de sementes (germinação, envelhecimento e tetrazólio) nos oito genótipos para garantir a qualidade das sementes a serem utilizadas no processo de transformação. Os meios de cultura para transformação utilizados foram preparados de acordo com o protocolo de Paz et al. (2006).

Para o processo de transformação, foi preparado um inóculo a partir de uma colônia de *A. tumefaciens* em meio YEP líquido suplementado com 50 mg.L⁻¹ de canamicina, e incubado com agitação orbital a 150 rpm, em temperatura de 28°C por 24h. Após esse período as células foram coletadas por centrifugação a 5.000 x g por 10 minutos e ressuspensas em 40 mL de meio de co-cultivo (MCC). Foi realizado assepsia nas sementes com gás cloro (3,5 mL de 12N HCl em 100 mL de hipoclorito de sódio comercial 2,0%) durante 16h; após esse período as sementes foram colocadas para hidratar em meio de germinação durante 16h. Com auxílio de pinça e bisturi foram retirados os eixos embrionários e os primordes foliares. Os embriões foram transferidos para placa de petri contendo MCC líquido e, então, foi realizada a injúria na região do meristema apical, os embriões permaneceram nesse meio por aproximadamente 10 min. Nos tratamentos de sonicação e vácuo, imediatamente após a injúria, as placas de Petri foram tampadas e levadas para o sonicador e dessecador com vácuo respectivamente e mantidas por aproxi-

madamente 10 min. Após o processo de infecção foi realizado teste histoquímico para detectar a atividade da beta-glucuronidase (GUS) nos embriões e determinar a quantidade de embriões transformados e o número de células transformadas em cada embrião.

Resultados e Discussão

A eficiência da transformação de cada genótipo foi calculada considerando-se o número de embriões transformados em relação a quantidade de embriões que apresentaram expressão do gene *Gus* (Figura 1), que variou entre 1% e 18%. A eficiência relacionada ao método de infecção foi analisada segundo as porcentagens estabelecidas na eficiência de transformação de cada genótipo e estirpe de *A. tumefaciens*.

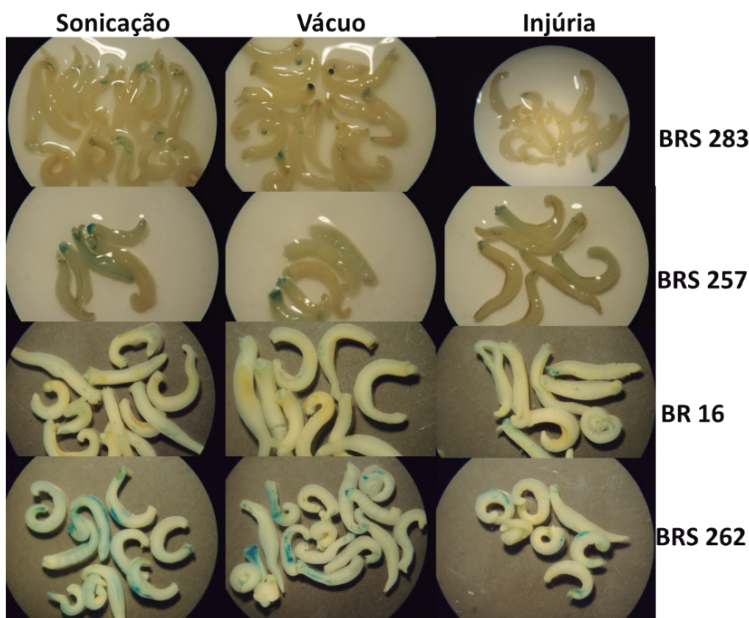


Figura 1. Análise histoquímica da expressão do gene repórter *Gus* com a estirpe de *Agrobacterium tumefaciens* EHA105 à partir da infecção pelos métodos de sonicação, vácuo e injúria em quatro genótipos de soja.

Considerando as transformações realizadas com a estirpe EHA 105, a cultivar BRS 283 foi aquela que apresentou a melhor eficiência de transformação com um aumento gradual dentre os métodos utilizados: injúria, vácuo e so-

nicação. A cultivar com a segunda melhor eficiência de transformação foi a BRS 262 pelo método a vácuo. O terceiro melhor desempenho foi da cultivar BR16 pelo método de sonicação (Figura 2A). Já nas transformações com a estirpe GV 3101, a melhor eficiência de transformação foi obtida na cultivar BRS317 por injúria, seguida pela cultivar BRS284 por vácuo e em terceiro pela cultivar BRS 262 pelo método de sonicação (Figura 2B).

A interação entre o genótipo e a estirpe de *A. tumefaciens* foi evidenciada por uma taxa de eficiência variável, revelando que o emprego da mesma estirpe em genótipos diferentes proporciona respostas divergentes na efetividade das infecções. Isso ocorre devido a variabilidade genética da soja, que promove diferentes respostas à eficiência de infecção pela agrobactéria, desenvolvimento e regeneração na cultura in vitro (Donaldson; Simmonds, 2000; Yang et al., 2016).

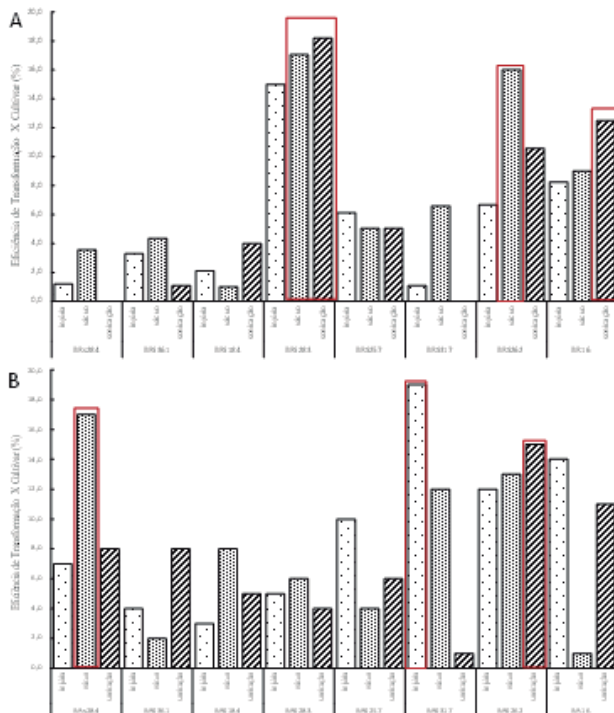


Figura 2. Eficiência de Transformação entre diferentes cultivares por técnica de transformação. A) Genótipos transformados com a estirpe de *Agrobacterium tumefaciens* EHA105. B) Genótipos transformados com a estirpe de *A. tumefaciens* GV3101.

Comparando-se o efeito dos métodos de infecção em cada estirpe de *A. tumefaciens* pode-se observar que a sonicação e infiltração a vácuo são técnicas que poderiam ser empregadas para melhorar a eficiência de infecção para alguns genótipos (Figura 2). Esse efeito também foi observado na transformação de soja com *Agrobacterium rhizogenes* (Theboral et al., 2017) e para cultivares de soja indianas com *A. tumefaciens* (Arun et al., 2015).

Conclusão

Os resultados mostraram que existem diferenças entre os genótipos de soja quanto à suscetibilidade às estirpes de *A. tumefaciens* e o método empregado para infecção. As melhores eficiências de transformação obtidas foram para a estirpe de *A. tumefaciens* GV3101 com o genótipo BRS 317 por meio do método de injúria e, para a estirpe de *A. tumefaciens* EHA105 com o genótipo BRS 283 pelo método de sonicação. Assim o desempenho do processo de transformação depende da determinação prévia da relação entre o genótipo a estirpe de *A. tumefaciens* e o método empregado para infecção.

Referências

- ARUN, M.; SUBRAMANYAM, K.; MARIASHIBU, T. S.; THEBORAL, J.; SHIVANANDHAN, G.; MANICKAVASAGAM, M.; GANAPATHI, A. Application of sonication in combination with vacuum infiltration enhances the *Agrobacterium*-mediated genetic transformation in Indian soybean cultivars. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 175, n. 4, p. 2266-2287, 2015.
- DONALDSON, P. A.; SIMMONDS, D. H. Susceptibility to *Agrobacterium tumefaciens* and cotyledonary node transformation in short-season soybean. **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 19, n. 5, p. 478-484, 2000.
- JIA, Y.; YAO, X.; ZHAO, M.; ZHAO, Q.; DU, Y.; YU, C.; XIE, F. Comparison of soybean transformation efficiency and plant factors affecting transformation during the *Agrobacterium* infection process. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 8, p. 18522-18543, 2015.
- LIU, H. C.; WEI, Z. M. Recent advances in soybean genetic transformation. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 31, p. 126-134, 2005.
- MATSUDA, F.; MORINO, K.; MIYASHITA, M.; MIYAGAWA, H. Metabolic flux analysis of the phenylpropanoid pathway in wound-healing potato tuber tissue using stable isotope-labeled tracer and LC-MS spectroscopy. **Plant and Cell Physiology**, v. 44, p. 510-517, 2003.
- MENG, L.; ZIV, M.; LEMAUX, P. G. Nature of stress and transgene locus influences transgene expression stability in barley. **Plant Molecular Biology**, v.62, p.15-28, 2006.

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

SANTARÉM, E. R. SAAT: Transformação de plantas mediada por ultra-som e *Agrobacterium*. **Ciência Rural**, v. 30, n. 4, p. 725-730, 2000.

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

THEBORAL, J.; ARUN, M.; MANICKVASAGAM, M.; NATESAN, S.; GANAPATHI, A. Sonification and vacuum infiltration enhanced *Agrobacterium rhizogenes* mediated transformation in soybean. **Innovare Journal of Agriculture Science**, v. 5, n. 2, p. 1-8, 2017.

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

YANG, J.; XING, G.; DU, Q.; SUI, L.; GUO, D.; NIU, L. Effects of different soybean genotypes on the transformation efficiency of soybean and analysis of the t-DNA insertions in the soybean genome. **Soybean Science**, v.35, p. 562–567, 2016.

Avaliação de plantas transgênicas de soja superexpressando o gene *AtNCED3* sob estresses hídricos

SILVA, M.H.P.¹; CRUZ, G.E.N.²; FUHRMANN, M.B.³; ANDREATTA, E.C.³; MOLINARI, M.D.C.³; MARIN, S.R.R.⁴; NEPOMUCENO, A.L.⁵; MERTZ-HENNING, L.M.⁵.

¹UNIFIL, Bolsista Embrapa, Londrina, PR, mariaheioizaps@hotmail.com; ²UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq;

³Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular - Universidade Estadual de Londrina;

⁴Analista, Embrapa Soja; ⁵Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja. Além de abastecer o mercado interno, o grão se constitui no principal produto agrícola de exportação. Na safra 2018/19, projeções apontam para uma estimativa de produção de mais de 114 milhões de toneladas do grão (Conab, 2019). Porém, nos últimos anos, perdas de produtividade da cultura vêm sendo registradas em função de estresses bióticos e abióticos. Entre os estresses abióticos, a disponibilidade hídrica inadequada, seja pelo déficit ou pelo excesso hídrico, é o que mais compromete o rendimento, principalmente pelos danos causados ao longo do desenvolvimento das plantas.

A seca é um dos grandes problemas para a agricultura global e, de acordo com Salekdeh et al. (2009), afeta permanentemente 28% dos solos do mundo, com quase metade de todos os solos intermitentemente limitados devido à falta de profundidade, à baixa capacidade de retenção de água e a outros fatores. O estresse por excesso hídrico, por sua vez, limita a disponibilidade de oxigênio às plantas (Drew, 1997). A deficiência de oxigênio acarreta uma série de distúrbios no metabolismo das plantas que se manifestam por meio de alterações no crescimento e desenvolvimento (Borella et al., 2014). No Brasil, a maior parte das áreas que sofrem com o estresse por encharcamento encontra-se no Rio Grande do Sul, correspondendo a aproximadamente 5,4 milhões de hectares (Emygdio et al., 2017).

Entre as alternativas que podem contribuir para minimizar os efeitos desses estresses na cultura da soja está o desenvolvimento de genótipos mais tolerantes. Trabalhos prévios indicam que plantas de soja superexpressando o gene *AtNCED3* apresentam melhor desempenho sob estresse por déficit hídrico (Ahrazem et al. 2012).

O objetivo do trabalho foi caracterizar plantas de soja superexpressando o gene *AtNCED3* sob condições de déficit e excesso hídrico, por meio da avaliação da atividade da enzima catalase.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando dois genótipos: a cultivar convencional BRS 184 e o evento geneticamente modificado (GM) denominado 2Ha11 (superexpressando o gene *AtNCED3*). Inicialmente as sementes foram germinadas em laboratório e, após cinco dias, plântulas de tamanho uniforme foram transplantadas para os vasos em casa de vegetação. As plantas foram cultivadas em vasos de 1L, contendo 1 kg de substrato areia: solo na proporção 1:1 e mantidas sob condições ideais de irrigação até atingirem o estágio fenológico V3 (Fehr, 1971). A partir desse estágio iniciou-se o tratamento de estresse, sendo as plantas do tratamento controle mantidas sob condições ideais de irrigação. As plantas do tratamento de seca foram submetidas ao estresse por meio de suspensão da irrigação, e as plantas do tratamento encharcado foram submetidas a uma lâmina de água de 3-5 cm. Essas condições foram mantidas até que as plantas do tratamento de estresse por seca atingissem valores de condutância estomática inferiores a $200 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Foram utilizadas seis repetições para cada tratamento. Ao atingirem essa condição efetuou-se a coleta de tecidos de folha e raiz para determinação da enzima catalase (CAT) a partir de protocolo de Gratão, Carvalho e Monteiro (2014) com adaptações necessárias. Para a determinação da atividade enzimática foram realizados bulks de duas plantas, constituindo 3 repetições biológicas, com 3 replicatas técnicas. Os resultados foram expressos em atividade da enzima por mg de proteína.

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados observados para folha (Figura 1) e raiz (Figura 2), não houve diferenças entre os genótipos nas diferentes condições de estresse testadas.

De maneira geral, a raiz apresentou maior atividade da enzima CAT em comparação com a folha. Nas raízes, embora o evento transgênico tenha apre-

sentado maiores valores de atividade dessa enzima em comparação com a cultivar convencional, nas diferentes condições testadas, essa diferença não foi significativa estatisticamente. Nesse estudo, embora o estresse tenha sido detectado por meio da condutância estomática, visualmente não foi possível observar diferenças entre os tratamentos. Assim sugere-se o desenvolvimento de novos ensaios, avaliando períodos maiores de exposição ao estresse.

Quando as plantas são submetidas a condições de estresse, ocorre a formação de espécies reativas de oxigênio (ROS), o que faz com que ocorra a ativação do sistema de desintoxicação enzimática por meio da atividade de diversas enzimas, dentre essas a catalase (CAT) (Vasconcelos et al., 2009). Plantas mais tolerantes ao estresse podem apresentar diferenças quando ao mecanismo de controle do estresse oxidativo. No estudo apresentado, não foram observadas diferenças entre os genótipos testados, porém outras enzimas do sistema antioxidante podem estar atuando no controle das ROS.

Assim sugere-se a realização de novos estudos, incluindo outras avaliações fisiológicas e a determinação da atividade de outras enzimas além da CAT, que possam explicar as diferenças observadas nos estudos prévios, os quais indicaram o genótipo 2Ha11 como mais tolerante em relação a cultivar convencional BRS 184.

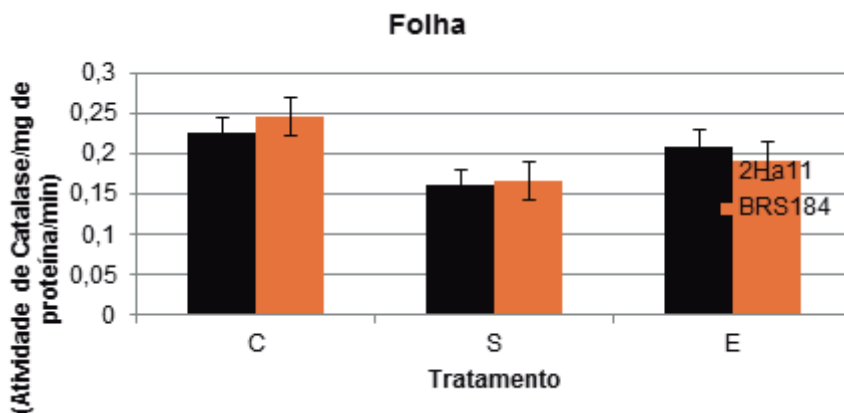


Figura 1. Atividade da enzima catalase em folhas de soja sob os estresses por seca (S), encharcamento (E) e na condição controle (C).

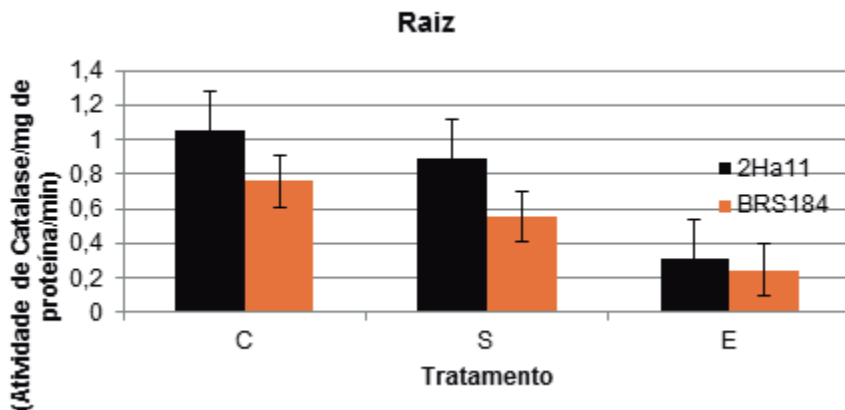


Figura 2. Atividade da enzima catalase em relação a raiz de soja sob os estresses por seca (S), encharcamento (E) e na condição controle (C).

Conclusão

Não foi observada diferença significativa em relação a atividade da enzima catalase, entre o evento GM 2Ha11 e a cultivar convencional BRS 184, nas diferentes condições de disponibilidade hídrica.

Referências

- AHRAZEM, O.; RUBIO-MORAGA, A.; TRAPERO, A.; GÓMEZ-GÓMEZ, L. Developmental and stress regulation of gene expression for a 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase, CstNCED, isolated from *Crocus sativus* stigmas. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, p. 681-694, 2012.
- BORELLA, J.; AMARANTE, L. do; OLIVEIRA, D. dos C. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; BRAGA, E. J. B. Waterlogging-induced changes in fermentative metabolism in roots and nodules of soybean genotypes. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 6, p. 499-508, 2014.
- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio 2019, safra 2018/19.** 69 p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 10 mai. 2019.
- DREW, M. Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Flooding and plant growth**. Orlando, Florida: Academic Press Inc., 1997. p. 47-128.
- EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A.; OLIVEIRA, A. C. B. **Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul**. Brasília: Embrapa, 2017. 336 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development description for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, p. 929-931, 1971.

GRATÃO, P. L.; CARVALHO, R. F.; MONTEIRO, C. C. **Protocolos para avaliação do estresse oxidativo em plantas**. Jaboticabal: UNESP- Laboratório de Fisiologia de Plantas. 2014. 42 p.

SALEKDEH, G. H.; REYNOLDS, M.; BENNETT, J.; BOYER, J. Conceptual framework for drought phenotyping during molecular breeding. **Trends in Plant Science**, v. 14, n. 9, p. 488-496, 2009.

VASCONCELOS, A. C. F. de; ZHANG, X.; ERVIN, E. H.; KIEHL, J. de C. Respostas de enzimas antioxidantes a bioestimulantes em plantas de milho e de soja sob estresse hídrico. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 3, p.395-402, 2009.

Informativo Em Dia: canal de comunicação preferencial da Embrapa Soja

SANTANA, W.N.¹; NASCIMENTO, L.L.²

¹Universidade Estadual de Londrina, PR, wellington.nei97@gmail.com; ²Embrapa Soja, Núcleo de Comunicação Organizacional.

A comunicação interna envolve um conjunto de ações que a organização coordena com o objetivo de ouvir, informar, mobilizar, educar e manter coesão interna em torno de valores que precisam ser reconhecidos e compartilhados por todos e que podem contribuir para a construção da reputação da empresa (Curvello, 2012). Pode-se afirmar ainda que a comunicação interna atua em três frentes “humaniza as relações de trabalho, consolida a identidade da empresa junto aos seus públicos e é fundamental para o resultado do negócio” (Gracie, 2010).

Os principais processos de comunicação interna na Embrapa Soja são coordenados pelo Núcleo de Comunicação Organizacional (NCO), a partir da elaboração e execução de planejamento estratégico anual que objetiva fortalecer o relacionamento com empregados, estagiários, parceiros e terceirizados e melhorar os fluxos de comunicação. O planejamento engloba eventos e campanhas institucionais, datas comemorativas, administração de veículos de comunicação interna, entre outras ações. De acordo com levantamento do Setor de Gestão de Pessoas da Embrapa Soja, em junho de 2019, o público interno era composto por 307 empregados e 270 estagiários, parceiros, terceirizados e empregados de outras Embrapa.

Este artigo aborda o papel do informativo diário Em Dia, dirigido ao público interno, sua função estratégica dentro do processo de comunicação da Embrapa Soja, o processo de produção do informativo, assim como traz os resultados da pesquisa de opinião conduzida pelo NCO em 2018, que avaliou os veículos de comunicação e as ações dirigidas ao público interno da Embrapa Soja. Na pesquisa de opinião, o Em Dia foi considerado o canal mais eficiente pelo público interno para se manter informado sobre as ações da Embrapa Soja, de acordo com 35,98% dos respondentes. A pesquisa revelou ainda que o público interno informa-se também pela Reunião Geral da Chefia (20,08%), pelo e-mail da Chefia (18,56%), via Intranet (12,88%), Mural dos Blocos (7,20%) e Mural Temático (5,30%).

Desde 2002, a Embrapa Soja mantém a periodicidade do informativo eletrônico de comunicação, *Em Dia*. “Havia naquela época a necessidade de se instituir um canal de comunicação formal que pudesse dar maior agilidade ao processo de comunicação interna” (Mazzer; Nascimento, 2010). O boletim traz informações diárias sobre os principais acontecimentos da Empresa e as ações relacionadas às atividades de pesquisa, transferência de tecnologias e institucional. O objetivo é ser um canal de comunicação permanente para facilitar a disseminação de informações de interesse do público interno.

Em 2015, os textos do *Em Dia* passaram a ser publicados na intranet da Embrapa Soja, seguindo um padrão corporativo para todos os informativos das unidades da Embrapa. O boletim é editado com informações produzidas pelas jornalistas da Embrapa Soja, com o apoio de um estagiário, e também com textos publicados na intranet corporativa da Embrapa. A inclusão das notícias na intranet permite que qualquer leitor do informativo faça comentários ou deixe sugestões nos textos, tornando a interação mais efetiva. Hoje o boletim já ultrapassou a edição nº4100.

O *Em Dia* é dividido em duas colunas. Na parte central estão distribuídas as notas com informações de destaque do dia a dia da empresa como, por exemplo, reuniões, visitas, participação em eventos, dentre outras. Nesta coluna encontram-se as seguintes editorias: administração financeira, articulação político-institucional, auditoria, comunicação, gestão de informação e do conhecimento, gestão de pessoas, gestão estratégica, inovação e negócios, patrimônio e suprimentos, pesquisa e desenvolvimento, relações internacionais, serviços de logística corporativa, tecnologias da informação, comunicação e transferência de tecnologia e destaque da imprensa. São selecionadas no máximo cinco notas para entrar no corpo do boletim. Uma delas é a editoria Destaque da Imprensa que reproduz uma notícia publicada nos veículos de comunicação e que tem relevância ao público interno, geralmente relacionada às culturas da soja, trigo e girassol.

Na lateral direita do informativo são publicadas retrancas (palavras usadas para definir o assunto) com notas curtas. São retrancas fixas: programação do auditório, biblioteca informa, café e livraria AEE, Blog da Embrapa Soja, classificados, feliz aniversário, cardápio - e também outros avisos adicionais conforme a necessidade. As sugestões de pautas são encaminhadas para o e-mail do *Em Dia*, assim como levantadas pela equipe de produção

por telefone, WhatsApp e de forma presencial. Os textos são editados seguindo os padrões da linguagem jornalística.

O informativo é produzido e distribuído pela manhã e veiculado entre 10h e 11h, no entanto, o horário pode variar de acordo com o processo de produção, recebimento das informações, checagem de dados e fechamento da edição. “A necessidade de suprir o público com notícias atualizadas, conferir as informações recebidas e atender a novas solicitações de conteúdo, além de outros acontecimentos, fazem com que o Em Dia eventualmente sofra atrasos” (Mazzer; Nascimento, 2010).

Depois de formatado, o boletim é enviado aos e-mails dos empregados e colaboradores, além de ser impresso e distribuído em 13 murais na Unidade, com o propósito de levar a informação para quem não tem acesso ao e-mail. Outra forma de disponibilizar as notícias é a veiculação delas pela *Intranet*. A montagem do informativo ocorre dentro da plataforma e assim que a notícia é publicada fica disponível para o acesso.

Pesquisa de avaliação do informativo

Entre 29 de outubro e 16 de novembro de 2018, a Embrapa Soja promoveu uma pesquisa de opinião com o público interno para analisar a eficiência e a importância das ações de comunicação interna da Embrapa Soja. A pesquisa foi dividida em seis sessões, sendo o Em Dia uma delas. Por meio da ferramenta *Google Forms*, foi aplicado um questionário com questões objetivos que avaliou os canais de comunicação interna. A pesquisa, aplicada por e-mail, foi respondida por 107 pessoas do total de 577 pessoas habilitadas, sendo 28,04% técnicos, 26,17% analista, 21,50% pesquisador, 18,69% assistente e 5,61% estagiário/estudante. Neste artigo são apresentados os resultados da pesquisa com foco no Em Dia.

De acordo com 35,98% dos respondentes, o informativo eletrônico é o canal mais eficiente para se manter informado sobre as ações da Embrapa Soja. Também são canais relevantes de comunicação, a Reunião Geral (20,08%), os e-mails da Chefia (18,56%), a Intranet (12,88%), os Murais dos Blocos (7,20%) e Mural Temático 5,30%.

Ao serem questionados sobre a frequência de leitura do Em Dia, a maioria dos respondentes disse ler diariamente (79,44%); no entanto, outros leem quatro vezes por semana (7,48%); três vezes por semana (5,61%); uma vez por semana (2,80%) e pequena parcela disse não ler o informativo (1,87%). Com relação à forma de leitura, a preferência é de leitura por e-mail pelo computador (85%); pelo Mural (7,50%); pelo e-mail do celular (4,17%) e pela Intranet (3,33%).

Em relação à quantidade de notas lidas, mais da metade dos entrevistados afirmaram ler o informativo por completo (58,88%), outros somente a manchete (20,56%); ou somente os títulos (14,02%); somente a coluna lateral (2,80%) e uma pequena parcela não lê (0,93%). Das notícias fixas, a pesquisa questionou o valor de importância de cada uma para os leitores. A Agenda de Visitas e a Programação do Auditório foram consideradas as de maior importância pelos respondentes (65,42%). Depois foram elencados por ordem de importância: Reunião de Trabalho (62,62%); Lançamento de Publicação e os Destaques da Imprensa (61,68%); Agenda de Eventos (60,75%); Lançamento de Tecnologias e Cultivares (53,27%) Notícias Corporativas (52,34%), Dados Meteorológicos e Aniversariantes (50,47%), Cardápio (49,53%) e Classificados (45,79%).

Considerações finais

Há 17 anos, o Em Dia vem colaborando para que o público interno da Embrapa Soja esteja alinhado às estratégias, valores e metas da empresa, assim como bem-informado sobre as atividades realizadas e as ações que impactam o cotidiano da Empresa.

O resultado da pesquisa de opinião, realizada em 2018, pela Embrapa Soja, revelou que aproximadamente 36% dos empregados, estagiários, parceiros e terceirizados utilizam o informativo Em Dia para se informar sobre assuntos da Embrapa, reforçando seu relevante papel no processo de comunicação interna. Além disso, 79,44% dos respondentes disseram ler o informativo diariamente.

A pesquisa, além de trazer um importante diagnóstico sobre a comunicação interna, fornece subsídios para a equipe do NCO implementar melhorias na

edição do informativo e, assim continuar atendendo as expectativas do público interno por informação qualificada e maior agilidade no processo de comunicação.

Referências

CURVELLO, J. J. A. **Comunicação interna e cultura organizacional**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Casa das Musas, 2012. 162 p.

GRACIE, K. M. **Comunicação empresarial, uma ferramenta estratégica**. 2010. 72 f. Monografia (Pós-Graduação "Lato Sensu" em Pedagogia Empresarial) - Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro.

MAZER, D. H.; NASCIMENTO, L. L. EM DIA: boletim interno compartilhando informações. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 5., 2010, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 44-47. (Embrapa Soja. Documentos, 323). Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71975/1/ID-30953.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2019.

Diagnóstico exploratório em análise de regressão para dados de nematologia

GODOI, L.S.O.¹; OLIVEIRA, M.C.N. de²

¹Universidade Pitágoras Unopar; bolsista da FAPED, Londrina, PR; ²Pesquisadora, Embrapa Soja

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merr.] é uma cultura de grande importância econômica no Brasil e a principal do agronegócio do país, segundo maior produtor mundial com a área plantada correspondente a 35.802 mil hectares e a produção estimada no ano agrícola 2018/2019 de 114,3 milhões de toneladas (Conab, 2019). O primeiro lugar na produção mundial de soja atualmente é ocupado pelos Estados Unidos e outros países de produção expressiva são a Argentina, a China e a Índia. O Brasil vem apresentando crescentes aumentos na produção de soja, não apenas pelo incremento na área plantada, mas também pelos ganhos em produtividade com perspectivas de atingir a liderança na produção dessa commodity. Para tal o país deve investir em esforços na solução dos problemas que limitam o potencial da cultura como os relacionados aos aspectos fitossanitários.

Dentre os patógenos que podem reduzir o potencial produtivo da cultura, destaca-se o nematoide do cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines* Ichinohe (Silva et al., 2006). O gênero *Heterodera*, além de apresentar grande variabilidade genética, caracteriza-se pela formação de cistos, que são estruturas constituídas pelo corpo da fêmea adulta morta que contém os ovos. Essas estruturas são de cor marrom e altamente resistentes às condições adversas do ambiente. Sua ocorrência, cujo principal sintoma visual é a clorose das folhas das plantas afetadas, se dá em reboleiras, o que dificulta a obtenção de amostra representativa. O método tradicional utilizado na amostragem no campo em áreas extensas, como é o caso da soja, requer coleta de grande número de amostras de solo que não refletem com precisão a distribuição espacial do nematoide. O conhecimento da distribuição espacial desse patógeno, assim como a forma de seu desenvolvimento na lavoura é fundamental para a elaboração de estratégias de manejo e controle.

Os cuidados para um diagnóstico seguro a fim de evitar a infestação do nematoide devem ocorrer antes da sementeira da soja e o agricultor deve ficar em alerta para verificar se realmente as reboleiras que apresentam a clorose das plantas se deve à infestação de nematoides e não a outros problemas como deficiência de algum macro e/ou micronutriente, compactação dos solos, excesso ou falta de calagem ou interação com outros organismos patogênicos (Silva et al., 2006). Tais cuidados devem ser estendidos também ao tratamento estatístico dos dados, levando em conta o problema de obtenção de amostras representativas.

Em diversos trabalhos que abordam o problema dos nematoides, como Dias et al. (1998), Farias (1999), Pinheiro et al. (2008), Santana et al. (2009), Debiasi et al. (2016) e Zhou et al. (2017), a avaliação estatística se restringiu ao uso de valores médios das variáveis respostas e erro padrão ou análise de regressão e correlação, ou estatísticas gráficas como o boxplot e análise geoestatística o que pode levar a equívocos na interpretação dos resultados.

A proposta deste trabalho foi avaliar o coeficiente de correlação de Pearson, a análise de regressão linear com diagnóstico de regressão linear (DRL) para as variáveis peso de massa fresca (PMF), número de cistos viáveis (NCV), número de vagens por planta (NVP) e Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) em 21 pontos amostrais (Draper; Smith, 1981). Na análise de diagnóstico foi possível detectar a existência de pontos influentes que interferiram nas estimativas dos coeficientes do modelo de regressão, pois esses pontos induzem a resultados equivocados.

Material e Métodos

Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos de experimento conduzido no município de Florínea (lat. 22°,51'S, long. 50°, 39'W), no Vale do Paranapanema, tradicional região de cultivo de soja do Estado de São Paulo (Santos Junior, 2002). O tipo de solo na área é latossolo vermelho escuro e o solo antes do preparo para plantio apresentou pH 5,5. Na adubação de pré-plantio, foram utilizados 285 kg/ha da formulação 0-20-20 e a lavoura foi plantada no dia 15 de outubro de 2000 com a cultivar BRS133. A precipitação pluviométrica registrada do plantio até a tomada das leituras foi de 632 mm, considerada normal em relação às médias anuais. As 21 áreas infestadas

por *H. glycines* foram avaliadas pelo aparelho portátil espectrorradiômetro, selecionadas por meio de avaliação visual, considerando níveis diferentes de sintomas de ataque do nematoide refletidos na lavoura. Os sintomas variaram de severo até ausência. Cada área amostral foi georreferenciada utilizando-se receptor de GPS (Global Positioning System) de navegação, modelo Garmin GPS II. Em cada parcela onde foram tomadas leituras, coletou-se uma amostra composta de solo, a partir de três subamostras, retiradas numa profundidade de até 30 cm. Essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, Campus de Jaboticabal, SP, onde foram processadas segundo Jones (1945). Para cada amostra da área infestada por *H. glycines*, foi determinado o número de cistos extraídos por 50 cm³ de solo.

Foram coletadas também cinco plantas de soja em cada área amostral, para determinação do peso da matéria fresca (PMF) e contagem do número de vagens por planta (NVP). Esses dados foram utilizados de forma complementar, para serem relacionados aos valores de NDVI e à infestação de nematoides em função do número de cistos viáveis (NCV). Foram avaliados os pressupostos de normalidade e aleatoriedade dos resíduos (Shapiro; Wilk, 1965; Parente, 1984), bem como os coeficientes de assimetria e curtose. As análises estatísticas utilizadas para avaliar a presença de pontos influentes foram: distância de Cook, taxa de covariância, DFBetas, DFFits e resíduos estudentizados.

Considerando que duas variáveis quantitativas X e Y, observadas em cada indivíduo sob estudo e, no caso de existir uma relação entre Y e X, ela poderá ser escrita por uma função matemática para qualquer uma das variáveis em estudo. Para investigar essa relação podem ser usados gráficos de dispersão e ou correlação que podem indicar uma relação linear de dependência entre as duas variáveis. Essa relação pode ser expressa por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \quad (1)$$

Se as mensurações realizadas para as variáveis não caem sobre uma linha reta, ou seja, os valores observados são diferentes, essas discrepâncias, os quais são identificados como erros estatísticos, assim o modelo de regressão linear, matematicamente é indicado como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (2)$$

em que:

Y indica a variável resposta,

X é a variável regressora e β_j , $j = 0, 1$ são chamados de coeficientes de regressão e ε indica o erro aleatório com distribuição Normal com média zero e variância constante .

Quanto mais distantes estiverem os pontos observados da reta, maiores serão os erros, aumentando assim a falta de ajuste dos dados ao modelo de regressão linear. Para estimar os parâmetros do modelo de regressão linear foi utilizado o método de mínimos quadrados. Esse método é denominado de mínimos quadrados porque o seu objetivo é encontrar a reta Y que torne mínima a soma dos quadrados dos erros. Não será apresentada a demonstração deste método. Para uma dada equação $y = x$, para minimizar a soma dos quadrados dos erros fica como segue:

$$SQE = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \quad (3)$$

Diferenciando a equação 3 em relação aos parâmetros β_0 e β_1 e igualando a expressão (3) a zero obtém-se as estimativas de $\hat{\beta}_0$ e $\hat{\beta}_1$ por mínimos quadrados, mostrados nas equações:

$$a = \frac{(\sum XY)(\sum Y^2) - (\sum Y)(\sum XY)}{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2} \quad (4)$$

$$b = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2} \quad (5)$$

O coeficiente de correlação de Pearson (r) é muito utilizado quando se quer avaliar o grau de associação linear entre duas variáveis quantitativas X e Y. Embora não implique em causalidade, o coeficiente de correlação exprime em números a relação entre as variáveis, assumindo valores entre -1 e 1; sua interpretação está associado com o sinal deste coeficiente. Valores negativos do coeficiente r indicam que o crescimento linear de uma variável está associado ao decréscimo linear da outra. Por outro lado, valores positivos de r informam um crescimento linear diretamente proporcional de ambas va-

riáveis. A ausência de associação linear é indicada por valores de r próximos à zero. O cálculo de r é dado pela Equação 6:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (6)$$

O coeficiente que é utilizado para avaliar a qualidade do ajustamento de uma linha de regressão linear, ou seja, o qual mede a proporção da variação do total dos dados que é explicada é o coeficiente de determinação R^2 . Este coeficiente é sempre positivo e seus valores encontram-se no intervalo entre 0 e 1. Estas estatísticas são expressas pelas equações (7) e (8).

$$R^2 = \frac{SQRegressão}{SQTotal} \quad (7)$$

$$R_{Aj}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-p} (1 - R^2) \quad (8)$$

em que:

n é o tamanho da amostra,

p é o número de parâmetros (incluindo o intercepto) e,

i é igual a 1, se o modelo inclui o intercepto ou 0, se o modelo não incluir 0 (zero)

O coeficiente de determinação indica a percentagem da variação total de Y explicada pela variável X . Esta estatística deve ser usada com cautela, pois um valor alto denão é um indicativo de que seja um bom preditor linear. Além desta estatística pode-se também utilizar o coeficiente de determinação ajustado (R_{Aj}^2), que considera o número de parâmetros no modelo, assim como o tamanho da amostra, fornecendo uma medida mais adequada para comparar modelos com diferentes quantidades de parâmetros. Em geral o diagnóstico de valores influentes na análise de regressão linear é utilizado para que desvios entre os valores observados e ajustados do modelo linear que permitam avaliar e verificar o seu grau de influência sobre a análise. Várias são as estatísticas utilizadas para medir a influência na análise de regressão. A influência nas observações tem um forte impacto sobre as estimativas dos parâmetros e em consequência pode produzir mudança na inclinação da reta, na linha de regressão (afetando o intercepto) e influência na inclinação apenas por um ponto. Dependendo da localização de um ponto a linha de regressão muda ligeiramente em direção a essas observações. As estatísticas distância de

Cook, DFBETAS, DFFITS e a Taxa de Covariância são apresentadas nas equações a seguir:

$$\text{Distância de Cook: } D_i = \frac{(\mathbf{b}_{(i)} - \mathbf{b})' (\mathbf{X}' \mathbf{X}) (\mathbf{b}_{(i)} - \mathbf{b})}{p \text{MSE}} = r_i^2 \left(\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}} \right) \quad (9)$$

em que:

\mathbf{b}_i é o vetor das estimativas dos parâmetros sem incluir i-ésima observação,

\mathbf{b} é o vetor das estimativas dos parâmetros a partir da regressão que inclui todas as observações,

MSE é o quadrado médio do erro a partir da regressão usando todas as observações,

r_i é o i-ésimo resíduo estudentizado e,

h_{ii} é o i-ésimo valor de alavancagem.

$$\text{DFBETAS}_{j(i)} = \frac{b_j - b_{j(i)}}{\hat{\sigma}(b_j)} \quad (10)$$

em que:

b_j é a estimativa do parâmetro para a j-ésima variável independente;

$b_{j(i)}$ é a estimativa do parâmetro para j-ésima variável independente com a i-ésima observação deletada a partir da análise;

$\hat{\sigma}(b_j)$ é o erro padrão da j-ésima estimativa do parâmetro.

$$\text{DFFITS}_i = \frac{\hat{Y}_i - \hat{Y}_{(i)}}{S(\hat{Y}_i)} \quad (11)$$

em que:

\hat{Y} é o i-ésimo valor predito;

$\hat{Y}_{(i)}$ é o i-ésimo valor predito quando a i-ésima observação é deletada a partir da análise;

$S(\hat{Y}_i)$ é o erro padrão do i-valor predito.

$$\text{COVRATIO}_i = \frac{|s_i^2 (\mathbf{X}'_i \mathbf{X}_i)^{-1}|}{|s^2 (\mathbf{X}' \mathbf{X})^{-1}|} \quad (12)$$

As taxas de covariância têm algumas indicações: 1) taxa maior que 1 indica que a i -ésima observação aumenta a precisão das estimativas, 2) taxa menor que 1 indica que a i -ésima observação diminui a precisão das estimativas e, 3) taxa próxima a 1 indica que a i -ésima observação tem pouco efeito sobre a precisão das estimativas. Todas as estatísticas anteriores que medem a influência sobre o modelo de regressão linear, bem como as análises de regressão foram obtidas utilizando o software estatístico Statistical Analysis System – SAS versão 9.4 (SAS Institute, 2012).

Resultados e Discussão

As plantas coletadas em Florínea nos 21 pontos amostrais para avaliar a infestação de nematoides, apresentaram alta variabilidade (Tabela 1). Os coeficientes de assimetria (G1) e curtose (G2) foram todos maiores do que zero antes e após a retirada de pontos influentes. Os coeficientes de variação (CV) obtidos estão no intervalo de 19,57 a 150,17 (%). Somente para o número de cistos viáveis com 21 observações não apresentou distribuição normal. O NCV foi o que apresentou maiores coeficientes de assimetria e curtose para $N=21$ (Tabela 1). Baseados nos resultados das estatísticas descritivas com $N=13$, 16 e 21 e pelas estatísticas: distância de Cook, resíduos estudentizados, taxa de covariância, DFFITS e DFBETAS, foi dado continuidade na análise de diagnóstico, com o objetivo de detectar pontos que interferem nas estimativas dos coeficientes de regressão - intercepto e coeficiente angular (Tabelas 1 e 2, Figura 1).

Tabela 1. Estatísticas descritivas para as variáveis PMF, NCV, NVP e NDVI com N=13, N=16 e N= 21

Variáveis	Amostra	G1	G2	CV (%)	W	Pr(W)	Variância
PMF	13	0,29	-1,39	36,99	0,92	0,31	1316,17
	16	0,58	-0,38	42,9	0,94	0,45	1063,22
	21	0,34	-1,03	50,5**	0,93	0,14	1848,06
NCV	13	0,08	-1,49	66,3	0,92	0,27	11,0
	16	0,46	-1,09	74,5**	0,89	0,051	7,8
	21	3,40*	12,98*	150,17**	0,57	0,0001	147,79
NVP	13	-0,005	-1,28	38,45	0,95	0,57	400,91
	16	0,33	-1,34*	43,56	0,92	0,17	274,86
	21	0,11	-1,37*	45,80**	0,93	0,17	453,26
NDVI	13	-0,46	-0,93	19,57	0,92	0,27	0,019
	16	-0,61	0,08	32,90	0,95	0,53	0,040
	21	-0,73	-0,11	32,09	0,92	0,110	0,043

*Estatísticas G1 e G2 com valores altos - **Coeficientes de Variação (%) muito alto – G1= coeficiente de assimetria – G2= coeficiente de curtose – CV= coeficiente de variação – W= teste de normalidade de Shapiro & Wilk – Pr(W)= valor da Probabilidade da estatística W – PMF = peso de massa fresca em (g/ha) – NCV=número de cistos viáveis – NVP= número de vagens por planta – NDVI= Índice vegetativo com diferença normalizada

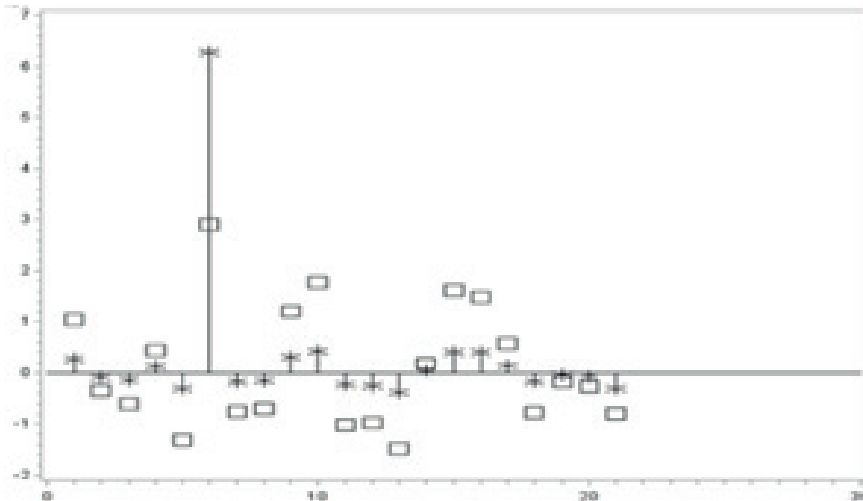


Figura 1. Estatísticas DFFITS e resíduos estudentizados usando a Regressão entre (PMF) em g/ha e (NCV).

Tabela 2. Estatísticas Distância de Cook, resíduos estudentizados, taxa de covariância, DFFITS e DFBETAS, que avaliam as influências no modelo de regressão entre PMF X Ncistos. N=21.

DCook's	Rstudent	Cov Ratio	DFFITS	DFBETAS	
				intercepto	Ncistos
0,0076	0,44117	1,1723	0,12084	0,1208	-0,0681
0,0778	1,48504	0,95059	0,40677	0,4068	-0,2293
0,0375	1,04341	1,05921	0,27432	0,2738	-0,1408
0,0308	-0,97933	1,06864	-0,24784	-0,2459	0,1133
0,0666	-1,48756	0,94018	-0,37645	-0,3736	0,172
0,0459	1,21154	1,01352	0,3066	0,3042	-0,1401
0,0104	0,57944	1,13795	0,14166	0,139	-0,0559
0,0837	1,76412	0,85833	0,4313	0,4233	-0,1702
0,0731	1,63066	0,8964	0,39867	0,3913	-0,1573
0,0023	-0,27297	1,17108	-0,06674	-0,0655	0,0263
0,001	0,18039	1,17268	0,0428	0,0413	-0,014
0,0009	-0,17884	1,16758	-0,04064	-0,037	0,0071
0,0128	-0,70215	1,10883	-0,15771	-0,1379	0,0145
0,0095	-0,60668	1,1235	-0,13566	-0,1127	0,0011
0,0142	-0,74469	1,10102	-0,16652	-0,1383	0,0013
0,0255	-1,01086	1,04759	-0,22604	-0,1877	0,0018
0,0031	-0,34495	1,15493	-0,07737	-0,0604	-0,0059
0,0153	-0,76406	1,09898	-0,17315	-0,1257	-0,0274
0,0461	-1,31081	0,98021	-0,30941	-0,1883	-0,0967
0,0453	-0,79678	1,18507	-0,29809	-0,0219	-0,2332
14,1862	2,90328	2,9367	6,2822	-2,1895	6,098

Foram obtidos pelo DRL as estatísticas DFFITS, DFBETAS, Taxa de covariância (Covratio), Distância de Cook (Dcook's) e Resíduos estudentizados (Rstudentized), tomando por base o modelo de regressão linear entre (PMF) e (NCV). Foi observado que existem pontos influentes nas variáveis em estudo. Na Figura 1 e na Tabela 2 a estatística DFFITS indicou um grande valor (6,28220) e está denotado por um * e um quadrado indicando os resíduos estudentizados (2,90328) obtidos pelo SAS. Estes mesmos resultados e outros podem ser confirmados na Tabela 2 para todas as estatísticas.

Os coeficientes de variação, a correlação e a regressão para todas as variáveis com 16 e 21 observações estão na Tabela 3. Os maiores valores de CV estão nas análises com N=21 indicando que existem valores anômalos e podem ser confirmados com as estatísticas assinaladas em vermelho na Tabela 2 e Figura 1. Em face desses resultados foi continuada a investigação para não ocorrer interpretações equivocadas para os resultados de pesquisa sobre os nematoides. Observar que as estatísticas DCooks, resíduos estudentizados, DFFITS e DFBETAS estão todos alterados com a presença de um valor influente, considerando sempre que os valores residuais foram além do intervalo de (-2, +2) ou nas proximidades deste intervalo (Tabela 2).

Tabela 3. Coeficientes de Variação, de correlação de Pearson e coeficientes de determinação entre as variáveis. N=21.

	CV ₁₆	CV ₂₁	r ₁₆	r ₂₁	R ²	R ²
NCV x NVP	52,70	125,66	-0,71	-0,58	0,49	0,33
NCV x PMF	32,12	42,40	-0,69	-0,58	0,79	0,34
NCV x NDVI	55,24	104,47	-0,67	-0,73	0,45	0,54
NVP x PMF	16,49	21,76	0,93	0,91	0,86	0,83
PMF x NDVI	19,79	23,83	0,90	0,89	0,80	0,79
NDVI x NVP	17,79	18,82	0,92	0,92	0,84	0,84

CV (%) = Coeficiente de variação, r = coeficiente de correlação,

Pela análise de regressão da Tabela 4, o valor do R² foi muito baixo devido aos valores influentes observados na Figura 2, os quais estão concentrados entre 0 e 10 para o NCV e outros entre 20 e 60. Na Tabela 2 percebe-se a necessidade de novas análises sem estes valores. Uma vez detectado a variabilidade nos dados e vários pontos influentes distante da reta de regressão entre PMF e NCV com N=21 foram realizados os mesmos procedimentos anteriores para N=16.

Tabela 4. Análise de Regressão Linear entre Peso de massa fresca (PMF) e Número de cistos viáveis (NCV) N=21.

Causas de variação	Grau de liberdade	Somas de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Pr(F)
NCV	1	13807,43	13807,43	9,81	0,0055
RESÍDUO	19	26750,60	1407,93		
CORREÇÃO TOTAL	20	40558,03			

CV(%)=42,40 Média=88,44

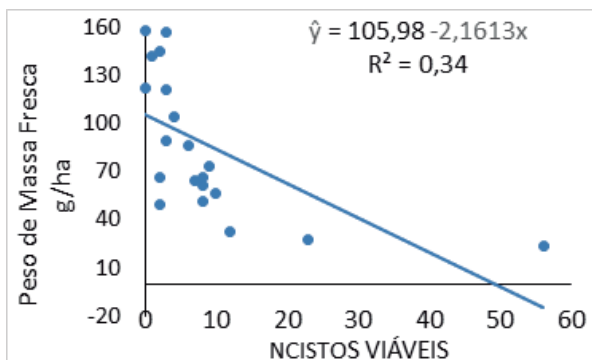


Figura 2. Regressão entre o peso de matéria fresca (PMF) em g/ha e número de cistos viáveis (NCV). N=21.

Os dados médios foram insuficientes para este estudo de caso, na aplicação de diagnóstico exploratório em regressão linear com dados de nematoides, mas foi essencial para elucidar que em análise de regressão ocorrem *outliers* e pontos influentes e deve-se ter cautela usando estatísticas apropriadas para avaliá-los. O ideal é que nesse levantamento o tamanho da amostra fosse N=100. O objetivo original do trabalho (Santos Junior et al, 2002) foi explorar o uso de espectrorradiometria no visível e infravermelho próximo para avaliar o nível populacional do nematoide de cistos *Heterodera glycines* 112 dias após o plantio. Portanto, esse estudo foi dado continuidade até que reduzisse o coeficiente de variação, baixasse o número de *outliers*, resíduos estudentizados e DFFITS, permitindo o estudo coerente para uma análise de regressão linear (Figuras 3 e 4, Tabelas 5 e 6).

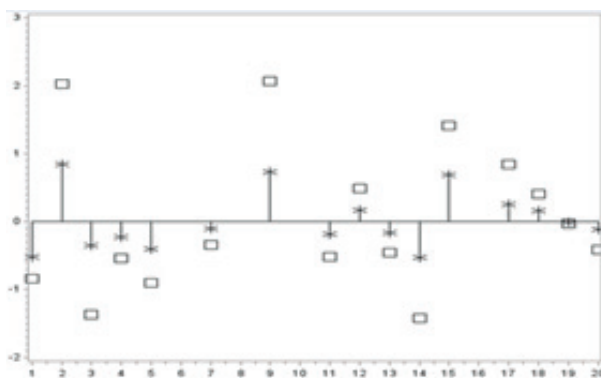


Figura 3. Estatísticas DFFITS e resíduos estudentizados usando o modelo de Regressão entre (PMF) em g/ha e (NCV). N=16.

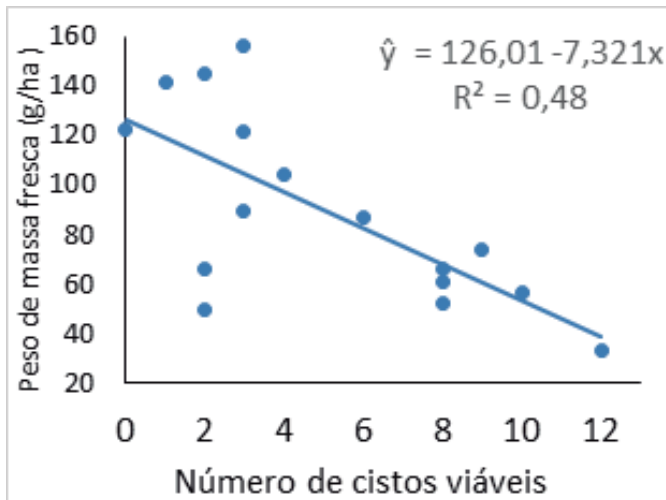


Figura 4. Regressão entre o (PMF) em g/ha e (NCV), N=16.

Tabela 5. Estatísticas distância de Cook, resíduos estudentizados, taxa de covariância, DFFITS e DFBETAS, que avaliam as influências no modelo de regressão entre PMF X Ncistos. N= 16.

DCook's	Rstudent	Cov ratio	DFFITS	----- DFBETAS-----	
				Intercepto	Ncistos
0.002	-0,1392	1,4299	-0,0677	-0,0677	0,0555
0.064	0.8587	1.2154	0.3543	0.3523	-0.2676
0.174	-1.8141	0.8295	-0.6366	-0.6173	0.4175
0.327	-2.8188	0.5018	-0.9892	-0.9591	0.6486
0.097	1.2827	1.0264	0.4501	0.4364	-0.2952
0.018	0.6053	1.1975	0.1832	0.1663	-0.0925
0.168	2.1508	0.6887	0.6508	0.5907	-0.3286
0.013	-0.5248	1.2140	-0.1588	-0.1441	0.0802
0.003	0.2581	1.2320	0.0698	0.0547	-0.0201
0.001	0.1472	1.2388	0.0394	0.0135	0.0101
0.000	-0.0478	1.2966	-0.0165	0.0014	-0.0105
0.003	-0.2265	1.2869	-0.0779	0.0067	-0.0499
0.020	-0.5680	1.2350	-0.1955	0.0168	-0.1251
0.021	0.4946	1.2999	0.1999	-0.0460	0.1489
0.002	0.1233	1.4198	0.0587	-0.0197	0.0478
0.010	-0.2064	1.6565	-0.1365	0.0645	-0.1217

Tabela 6. Análise de Regressão Linear entre Peso de massa fresca (PMF) e Número de cistos viáveis (NCV). N = 16.

Causas de Variação	Grau de liberdade	Somas de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F	Valor de p
NCV	1	10662,55011	10662,55011	13,04	0,0028
RESÍDUO	14	11443,13939	817,36710		
CORREÇÃO TOTAL	15	22105,68950			
CV(%)=32,14	R ² =0,48	Média=88,95			

Na análise de regressão com N=13 os valores observados estão mais próximos da reta estimada. Inicialmente com N=21 a variância residual foi de 1407,93 (Tabela 4) e com N=13 o quadrado médio do resíduo foi 354,04 (Tabela 7). Os mesmos procedimentos estatísticos foram aplicados para o conjunto de dados com N=13 e com esta amostra foram obtidos resultados com baixa variabilidade reduzindo os outliers e o valor do coeficiente de determinação foi de R² = 0,75 e CV (%) = 19,19 (Tabelas 7 e 8, Figuras 5 e 6). Na Figura 5 as estatísticas DFFITS foram bem menores apresentando somente um valor de resíduo estudentizado (2,8455) alto. No entanto, vale ressaltar que este estudo focou apenas em ajustes de regressão linear, o que não necessariamente se aplica à todas as relações entre duas variáveis.

Tabela 7. Análise de Regressão Linear entre Peso de massa fresca (PMF) e Número de cistos viáveis (NCV). N=13.

Causas de variação	Graus de liberdade	Somas de Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr(F)
NCV	1	11899,70371	11899,70371	33,61	0,0001
RESÍDUO	11	3894,44398	354,04036		
CORREÇÃO TOTAL	12	15794,14769			
CV(%)=19,19	R ² = 0,75	Média =98,06			

Tabela 8. Estatísticas Distância de Cook, resíduos estudentizados, Taxa de covariância, DFFITS e DFBETAS, que avaliam as influências no modelo de regressão entre PMF X Ncistos com N=13.

DCook's	Rstudent	Cov ratio	DFFITS	-----DFBETAS-----	
				Intercepto	NCistos
0,377	-1,5269	1.0845	-0.9199	-0.9199	0.7758
0,013	0,3157	1.4793	0.1569	0.1561	-0.1228
0,097	1,0799	1.1352	0.4449	0.4313	-0.3050
0,003	0,2118	1.3432	0.0734	0,0663	-0,0390
0,296	2,8455	0.4138	0.9861	0.8910	-0.5242
0,46	-1.687	0.8212	-0.5848	-0.5284	0.3109
0,002	-0,1838	1.3128	-0.0558	-0.0427	0.0167
0,001	-0,1205	1.3178	-0.0366	-0.0095	-0.0110
0,003	-0,1914	1.4051	-0.0788	0.0147	-0.0540
0,020	-0,4701	1.3548	-0.1937	0.0362	-0.1328
0,090	-1,0310	1.1565	-0.4247	0.0793	-0.2912
0,079	0,7879	1.3378	0.3916	-0.1272	0.3063
0,021	0,3274	1,6144	0,1972	-0.0833	0.1663

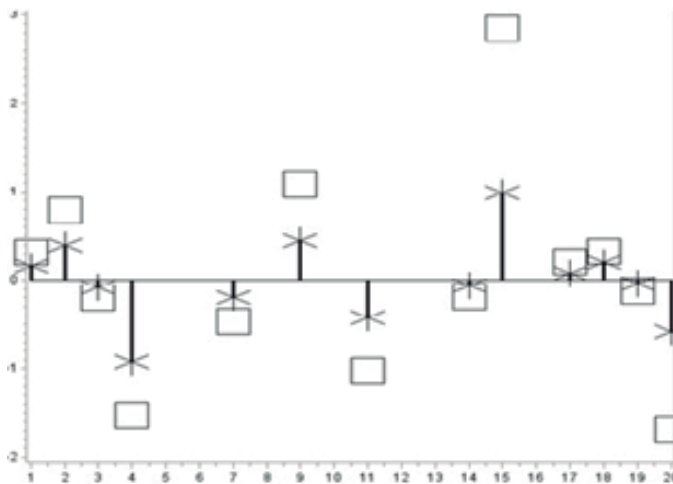


Figura 5. Estatísticas DFFITS e resíduos estudentizados para o modelo de Regressão entre PMF em g/ha e NCV. N=13.

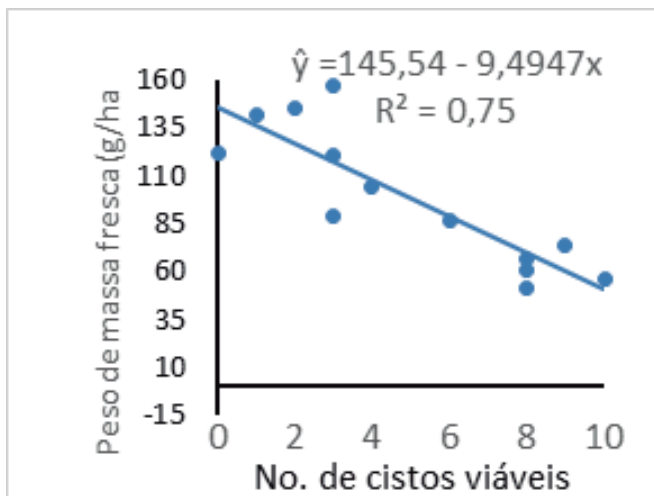


Figura 6. Regressão entre o peso de matéria fresca (PMF) em g/ha e (NCV). N=13

Conclusão

O método de diagnóstico para dados influentes foi eficiente para identificar pontos que interferem na análise de regressão linear com garantia de se obter um bom preditor linear. As estatísticas dos resíduos estudentizados e DFFITS são eficientes para detectar pontos influentes. Os pontos influentes interferem nos resultados de pesquisa.

Referências

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos, oitavo levantamento, maio 2019, safra 2018/19. 69 p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra/gaos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.10, p.1720-1728, 2016.

DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; KIIHL, R. A. de S.; HIROMOTO, D. M.; ABDELNOOR, R. V. Quebra de resistência da CV. Hartwig por população de campo do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.971-974, jun.1998.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 3rd. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 706 p.

- FARIAS, P. R. S. **Distribuição espacial do nematoide reniforme com o uso de geoestatística, em um solo com rotação de culturas**. 1999. 109 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal.
- JONES, F. G. W. Soil populations of beet eelworm (*Heterodera schachtii* Schm.) in relation to cropping. **Annals of Applied Biology**, v. 32, p. 351-380, 1945.
- PARENTE, R. C. P. **Aspectos da análise de resíduos**. 1984. 118 f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba.
- PINHEIRO, J. B.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; MOREIRA, A. S.; ALVES, M. C.; CAMPOS, V.P. Influência da nutrição na distribuição espacial do nematoide de cisto da soja. **Nematologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 270-278, 2008.
- SANTANA, H.; PIRES, E.; COMERLATO, A. P.; NASU, E. G. C.; FURLANETTO, C. Variabilidade genética em populações de campo do nematoide de cisto da soja provenientes dos estados do Paraná e Rio Grande do Sul. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 4, p. 261-264, 2009.
- SANTOS JUNIOR, R. F. dos; SANTOS, J. M. dos; RUDORFF, B. F. T.; MARCHIORATO, I. A. Detecção de *Heterodera glycines* em plantio de soja mediante espectrorradiometria no visível e infravermelho próximo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 355-360, 2002.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's Guide**. Version 9.4. Cary: SAS Institute, 2009. 7869 p.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.
- SILVA, J. F. V. da; DIAS, W. P.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. de S. Perdas por nematoides chegam a 10,6% da soja mundial. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 3, n. 5, p. 103-107, 2006.
- ZHOU, Y.; WANG, Y.; ZHU, X.; LIU, R.; XIANG, P.; CHEN J.; LIU, X.; DUAN, Y.; CHEN, L. Management of the soybean cyst Nematode *Heterodera glycines* with combinations of different rhizobacterial strains on soybean. **PLoS One**, v. 13, n. 3, e0194287, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0194287.

Detecção de antocianinas em flores de soja

SOARES, J. E. S.¹; POLISELI, C. B.²; VERONEZZI, G.³; NUNES, E. O.⁴; GAZZONI, D. L.⁴; HOFFMANN-CAMPO, C. B.⁴

¹UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, jaumlais@hotmail.com; ²Mestranda em Biotecnologia Ambiental, PBA/UEM; ³Laboratório de Ecologia Química da Embrapa Soja;

⁴Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill), é uma planta autógama possuindo características reprodutoras de ambos os sexos, desta forma possibilitando a autopolinização (Gazzoni, 2017). Entretanto, regularmente são encontrados polinizadores forrageando a soja no campo. Um dos recursos para o aumento da produtividade é o uso de abelhas como agentes polinizadores, atraídas por estímulos químicos e visuais, sendo a *Apis mellifera* responsável por 80% da polinização entomófila (McGregor, 1976). Segundo Veddeler et al (2008), mesmo em espécies vegetais onde ocorre a autofecundação, é evidente a contribuição e o valor econômico dos polinizadores em áreas agrícolas. Em geral, a eficiência na polinização está vinculada ao comportamento dos polinizadores, aspectos morfológicos da flor (Ne'eman et al. 2010) e características do néctar, que é a maior recompensa para o agente polinizador (Delaplane; Mayer, 2000), assim como odores florais produzidos por compostos voláteis orgânicos e por pigmentos que conferem diferentes cores a frutos e flores.

As cores florais e de frutas derivam de um pequeno grupo de pigmentos principalmente carotenóides, betacianinas, flavonas e flavonóis e, principalmente, de antocianinas. Esse último flavonoide é responsável pela ampla gama de cores nas pétalas das flores das plantas que podem variar do rosa-salmão, passando pelo escarlate, magenta e violeta, até o azul profundo (Haslam, 1995).

A estrutura da antocianina consiste em três anéis aromáticos, que dependendo da oxidação do carbono do anel central, dá origem as antocianinas, como a pelargonidina (responsável pela coloração laranja a vermelho), cianidina/peonidina, (vermelho a púrpura), delphinidina/petunidina/malvidina (púrpuro a azul). Essa classe de flavonoides pode apresentar substituintes como: açúcares (glicose, galactose, ramnose, arabinose e xilose) e grupos acilas

(ácido hidroxí-cinâmico, ácido *p*-cumárico, ácido cafeico e ácido ferúlico) (Simões et al., 1999), dando origem a mais de 600 tipos diferentes de antocianinas (Davies; Schwinn, 2017). Nas pétalas de flores, as formas conjugadas (antocianinas) localizadas, em geral, nos vacúolos, são solúveis em água e razoavelmente estáveis, enquanto as agliconas (antocianidinas) produzidas por hidrólise ácida são insolúveis em água, instáveis na presença de luz e rapidamente destruídas em meio alcalino (Harborne, 1967). Segundo esse mesmo autor, a principal função das antocianinas é, sem dúvida, a atração de insetos e pássaros para que eles promovam a polinização e a dispersão de frutos, respectivamente.

Esse trabalho teve como objetivo a comparação de duas metodologias de extração das antocianinas, presentes em flores de soja, para se comprovar a eficácia dos métodos testados. Os resultados obtidos nesse trabalho poderão contribuir para futuras pesquisas de para o melhor entendimento da interação soja com abelhas.

Material e Métodos

Planejamento Experimental

O perfil antociânico de flores de soja foi avaliado no Laboratório de Ecologia Química da Embrapa Soja, em Londrina, PR. Para a obtenção das flores utilizadas nas análises, foram cultivadas no campo sementes de soja de dois genótipos com flores roxas (BRS 399 RR e BRS 1001 IPRO) e dois como flores brancas (BRS 388 RR e DonMario 6563 IPRO).

Obtenção, acondicionamento e preparo e das amostras

No período de antese, flores de cada genótipo foram coletadas, envoltas em papel alumínio, transferidas para caixas de isopor contendo bolsas de gelo e, imediatamente, transportadas para o laboratório de Ecologia Química. No laboratório as pétalas foram separadas da estrutura floral com o auxílio de uma pinça metálica, pesadas em uma balança analítica Marte, modelo AY220 (100mg/unidade amostral) e acondicionadas em tubos plásticos com capacidade de 2,0 mL. De cada genótipo foram coletadas no campo pelo menos

quatro amostras individuais, que foram armazenadas a -20°C , em freezer, até o momento da extração pelo Processo A e Processo B.

Processo de extração A

Na extração foram utilizadas 300 mg de pétalas de flor de soja, que foram transferidas para um micro tubo estéril (2,0 mL) contendo 3 microesferas de aço inoxidável, seguido da adição de 1mL de solução extratora composta por metanol: acetonitrila: água + 0,1% de ácido fórmico (8:1:1). Na sequência, as amostras foram submetidas à trituração e maceração por 5min num homogeneizador (L-Beader). Em seguida, foram centrifugadas em centrífuga da marca Thermo modelo, Legend X1R por 15min à 4°C , numa velocidade de 8.000 RPM. A extração foi feita por partição e massa obtida foi submetida a três extrações sequenciais com adição de 1mL de solução extratora a cada partição. O sobrenadante foi coletado em um único micro tubo (amostra composta) e filtrado através de membrana com poro de $0,22\ \mu\text{m}$ da marca Millipore. O extrato filtrado foi seco sob atmosfera de nitrogênio e armazenado em freezer (-20°C). Durante o processo de extração, sempre que possível, as amostras foram mantidas ao abrigo de luz.

Processo de extração B

No segundo processo de extração, 300mg de pétalas de flor de soja foram transferidas para um micro tubo estéril (2 mL) contendo 3 microesferas de aço inoxidável. Em seguida, foram adicionados 2,0 mL da mesma solução extratora utilizada no processo A. Posteriormente, as amostras foram submetidas a agitação por 5min em agitador de tubos do tipo “Vortex” e mantidas em repouso por 10 min ao abrigo da luz para completar a extração. Decorrido esse tempo, as amostras foram centrifugadas à 4°C , por 15min à 8.000 RPM. O sobrenadante foi coletado em um único micro tubo (amostra composta), e filtrado duas vezes através de membranas com poro de ($\text{Ø}=0,45\ \mu\text{m}$ e $\text{Ø}=0,22\ \mu\text{m}$), da marca Millipore. O extrato filtrado foi seco sob atmosfera de nitrogênio e armazenado, ao abrigo de luz, em freezer (-20°C).

Otimização das condições cromatográficas

A análise para quantificação das antocianinas foi realizada em equipamento UPLC® modelo Acquity, da marca Waters. A separação foi realizada utilizando-se uma coluna de fase reversa Acquity UPLC BEH Shield, com 150 mm de comprimento, 2,1 mm de diâmetro interno e partículas de 1,7 µm. Para a detecção dos compostos foi utilizado o detector de arranjo de fotiododos (DAD).

A identificação das antocianinas foi realizada comparando-se os espectros e os tempos de retenção dos picos das amostras com os picos de padrões malvina, pelargonina, cianina, malvidina, pelargonidina, cianidina, peonidina, petunidina e delphinidina (Tabela 1), adquiridos da Sigma Aldrich Brasil. Para a identificação das antocianinas nas amostras foram utilizados os padrões já especificados como referência, com concentrações pré estabelecidas. O método utilizado foi o de padronização externa (altura dos picos).

Tabela 1. Padrões de antocianinas e antocianidinas utilizados

Padrões	Grau de pureza (%)	Presença na pétala de soja
Cloreto de Cianina	90	+
Cloreto de Delphinidina	95	+
Cloreto de Pelargonina	88	-
Cloreto de Malvina	90	+
Cloreto de Cianidina	95	+
Cloreto de Malvidina	95	+
Cloreto de Peonidina-3-O-glucosideo	95	-
Cloreto de Pelargonidina	95	-
Cloreto de Delphinidina-3-O-B-D- glucosideo	95	+
Cloreto de Petunidina-3-O-B-D- glucosideo	96	-

As condições cromatográficas e os parâmetros de controle estabelecidos para a realização das corridas cromatográficas estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros e condições analíticas.

Parâmetros	Condições	Especificação
Fase móvel	Composição	Fase orgânica: ACN 100% Fase aquosa: H ₂ O+0,15% FA
	Sistema de eluição	Gradiente de 5% a 75% de ACN.
	Tempo de corrida cromatográfica	12 minutos e 30 segundos
	Fluxo	0,35 mL/min
Pressão	Coluna	ACQUITY UPLC® BEH Shield RP18 (150mm x 2,1 mm e partículas com 1,7µm)
Temperatura	Auto amostrador	12°C
	Forno da coluna	35°C

Resultados e Discussão

Pelos resultados obtidos foi possível observar maior número de compostos e em maior quantidade quando a extração foi realizada pelo procedimento B, em comparação com o método de extração A (Fig. 1). Nesse método apenas três moléculas foram encontradas, cianina, malvina e pelargonina, sendo as duas últimas observadas apenas na cultivar BRS1001 IPRO. Na análise do extrato obtido pelo processo de extração B foi possível detectar, as duas antocianidinas (cianidina, malvidina) e duas antocianinas (petunidina-3-0-glucosídeo e delphinidina-3-0-glucosídeo), além das três antocianinas detectadas nos extratos obtidos pelo processo de extração A, cianidina, malvidina, petunidina-3-0-glucosídeo e delphinidina-3-0-glucosídeo. O processo de extração com o L-Beader e o fracionamento de extração (processo A), possivelmente pode ter causado maior quebra e degradação das moléculas. O maior tempo de descanso no escuro, antes de centrifugar, também pode ter sido fator determinante para a presença das antocianinas e antocianidinas observadas nas análises dos extratos obtidos pelo processo B. Entretanto, maior a detecção de antocianidinas (agliconas) nos extratos B pode ter causado uma hidrólise mais intensa. Dessa forma é possível sugerir que mais estudos devem ser realizados para se obter um processo de extração ideal para o processamento de amostras de flores de soja.

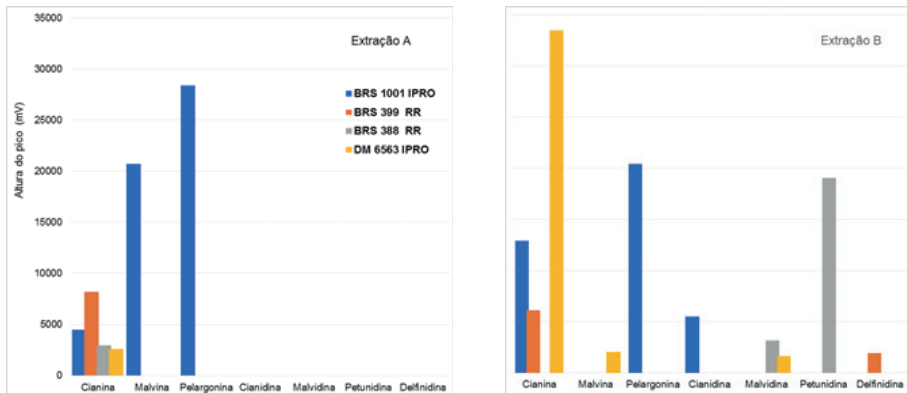


Figura 1. Antocianinas detectadas em extratos de pétalas de flores de quatro cultivares de soja submetidas a dois métodos de extração: fracionada e com agitação por homogeneizador (Extração A) e não fracionada e com agitação em agitador de tubos tipo “Vortex” (Extração B).

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos indicam que pelo Método B mais antocianinas são extraídas em relação ao método A. Entretanto, a maior incidência de agliconas deve ser investigada com mais intensidade e mais estudos deverão ser realizados para que se tenha uma exatidão quanto à concentração e as formas das antocianinas (conjugadas e agliconas) presentes nas flores de soja.

Referências

DAVIES, K. M.; SCHIMM, K. E. Anthocyanins. In: GOULD, K.; DAVIES, K.; WINEFIELD, C. (Ed.). **Encyclopedia of applied plant sciences**. 2. ed. Kidlington: Academic Press, 2017. p. 355-363.

DELAFLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: CABI Publishing, 2000. 301 p.

GAZZONI, D. L. **Soybean and bees**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 147 p.

HARBORNE, J. B. **Comparative biochemistry of the flavonoids**. New York: Academic Press, 1967. 90 p.

HASLAM, A. Fruit and floral pigmentation. **Review of Progress in Coloration**, Sheffield, v. 25, p. 18-28, 1995.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, 1976. 411 p.

NE'EMAN, G.; JÜRGENS, A.; NEWSTROM-LLOYD, L.; POTTS, S. G.; DAFNI, A. A framework for comparing pollinator performance: effectiveness and efficiency. **Biological Reviews**, v. 85, n. 3, p. 435-451, 2010.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. de; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1999. 1102 p.

VEDDELER, D.; OLSCHESKI, R.; TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M. The contribution of non-managed social bees to coffee production: new economic insights based on farm-scale yield data. **Agroforestry Systems**, v. 73, n. 2, p. 109-114, 2008.

Caracterização de um micoparasita de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem-asiática da soja

PILLA, T.C.S.¹; SILVA, E.²; GRAÇA, J.P.³; LUZ, M.A.M.⁴; BAIL, J.⁵; NUNES, E.⁶; SILVA, C.P.⁷; PILAU, E.J.⁸; BONUGLI-SANTOS, R.C.⁹; SEIXAS, C.D.S.¹⁰

¹Unopar, bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, tatianepilla@outlook.com; ²Doutorando, Universidade Estadual de Maringá; ³Pós-doutorando, Universidade Estadual de Maringá/ Embrapa Soja; ⁴Unopar, bolsista Embrapa Soja; ⁵UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, bolsista; ⁶Pesquisadora, Embrapa Suínos e Aves; ⁷Professora, Unicesumar; ⁸Professor, Universidade Estadual de Maringá; ⁹Professora, UNILA; ¹⁰Pesquisadora, Embrapa Soja.

Introdução

Phakopsora pachyrhizi é o fungo causador da ferrugem-asiática da soja, doença que vem causando prejuízos desde a sua introdução no País, em 2001 (Godoy et al., 2016, 2017).

O sintoma mais comum aparece nas folhas, onde lesões se iniciam por minúsculos pontos mais escuros que o tecido sadio da folha, de coloração esverdeada a cinza-esverdeada. Na face abaxial, correspondente a esses pontos, surgem as urédias, estruturas de reprodução do fungo. Com o tempo as folhas amarelecem, secam e caem. A desfolha precoce é o principal dano da doença porque pode acarretar em perdas de produtividade e/ou queda na qualidade dos grãos (Henning et al., 2014; Hartman et al., 2015; Godoy et al., 2017).

Uma das estratégias de controle da ferrugem-asiática é o uso de fungicidas. Apesar de relativamente eficazes, a intensa utilização de fungicidas tem levado a seleção de patógenos resistentes (Godoy et al., 2016). Nesse contexto, há necessidade de se buscar alternativas que possam compor o sistema de manejo da doença.

Uma dessas alternativas é o controle biológico ou biocontrole, que nesse caso é o uso de um microrganismo não fitopatogênico, um antagonista, para controlar *P. pachyrhizi*. Os mecanismos de ação de agentes de biocontrole de doenças são divididos em antibiose, indução de resistência, competição, parasitismo, predação e promoção de crescimento. Qualquer interferência negativa do antagonista resulta no controle biológico da doença (Medeiros et al., 2018).

Em 2006, na Embrapa Soja, em Londrina, PR, em plantas de soja cultivadas em casa de vegetação, com sintomas de ferrugem-asiática, foi observado um fungo crescendo sobre urédias de *P. pachyrhizi*. Lâminas foram montadas para observação das estruturas do fungo, que preliminarmente foi identificado como *Simplicillium lanosoniveum*. Em 2011, o fungo foi isolado e incorporado à Coleção de Microrganismos de Interesse para a Agricultura da Embrapa Soja, com o código CMES 937.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o micoparasita de *P. pachyrhizi* e verificar seu potencial como agente de biocontrole.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação da Embrapa Soja, em Londrina, PR, e no Complexo de Centrais de Apoio a Pesquisa (COMCAP) na Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá, PR.

Para caracterizar o isolado CMES 937, o mesmo foi repicado para placas contendo meio a base de batata, dextrose e ágar (BDA), incubado em BOD a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, por 14 dias, para posterior observação do aspecto da colônia e para montagem de lâminas e microculturas para facilitar a observação e a medição das estruturas reprodutivas. Além disso, foi feita inoculação desse isolado em plantas com sintomas de ferrugem asiática para posterior observação da interação entre os fungos ao microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Montagem de microculturas

A microcultura foi feita adaptando procedimento descrito por Mafia e Alfenas (2016). Colocou-se três blocos de meio batata-dextrose-ágar (BDA), com cerca de 0,7 cm² e 4-5 mm de espessura, numa lâmina de vidro para microscopia, previamente limpa e esterilizada por flambagem. Com um estilete flambado tocou-se na colônia do micoparasita e depois no centro de uma das faces laterais de um dos blocos de BDA, para transferir esporos e/ou micélio para o mesmo. Esse procedimento foi feito para as quatro faces dos três blocos de ágar-água. Após, cada bloco foi coberto com uma lamínula, esteri-

lizada por flambagem, que foi pressionada levemente para fixação. A lâmina foi colocada em câmara úmida formada com uma placa de Petri esterilizada, contendo no fundo papel-filtro umedecido com água. Para evitar o contato com o papel-filtro úmido, a lâmina foi colocada sobre outras lâminas limpas e flambadas. A água e o papel-filtro foram esterilizados. Foram montadas duas microculturas. As placas contendo as lâminas foram mantidas em BOD a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro. Após três dias a lâmina foi retirada da câmara úmida, cada lamínula foi removida com auxílio de um estilete e colocada sobre outra lâmina contendo ao centro uma gota de lactofenol.

Outras preparações para medição das estruturas

Lâminas contendo estruturas do micoparasita foram preparadas a partir de folhas de soja com sintomas/sinais de ferrugem-asiática e a presença do micoparasita recém-coletadas em casa de vegetação, e a partir de placas com colônia do micoparasita. Com um estilete flambado tocou-se na lesão ou na colônia e tocou-se em uma gota de lactofenol depositado no centro de uma lâmina, para transferir micélio e esporos do micoparasita, e cobriu-se com lamínula.

Medição das estruturas

As lâminas contendo estruturas do micoparasita foram observadas e medidas ao microscópio óptico, com ocular micrométrica, com aumento de 1000 vezes. Foram medidos 50 esporos em cada tipo de lâmina (cultura; folha).

Observação da interação do micoparasita com *P. pachyrhizi* ao microscópio eletrônico de varredura

Plantas de soja do genótipo PI636463, suscetível à ferrugem-asiática, foram cultivadas em vasos em casa de vegetação. Foram preparados 12 vasos, sendo que em cada um foram colocadas quatro sementes com posterior desbaste, restando duas plantas por vaso. Quando as plantas estavam entre os estádios V3 e V4 foram inoculadas por aspersão, com *P. pachyrhizi*, utilizando-se esporos coletados a campo para o preparo da suspensão, com con-

centração de $3,6 \times 10^4$ esporos mL^{-1} . Após 14 dias o micoparasita foi inoculado em plantas de nove vasos, que já apresentavam claros sintomas/sinais de ferrugem-asiática. As plantas de três vasos não receberam o micoparasita. Para preparo do inóculo, o isolado CMES 937 foi cultivado em placas de Petri contendo meio BDA, em BOD a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, por oito dias. Foram preparadas 10 placas. Após o período de incubação em cada placa foram colocados 20 mL de água esterilizada, foi feita leve raspagem usando alça de Grigalski para liberação dos esporos. A suspensão obtida em cada placa foi transferida para um béquer. Com auxílio de câmara de Neubauer foi feita a contagem de esporos e a concentração foi ajustada para $3,6 \times 10^4$ esporos mL^{-1} . A essa suspensão foram adicionados 250 μL de etanol 70% como agente dispersor. A inoculação foi feita por aspersão. Para garantir elevada umidade, tanto após a inoculação com *P. pachyrhizi*, quanto após a inoculação com o micoparasita, as plantas foram submetidas à nebulização automática a cada 2 h, por um período de 14 horas (19:00; 20:00; 22:00; 00:00; 03:00 e 08:00) com 40 segundos por horário de nebulização.

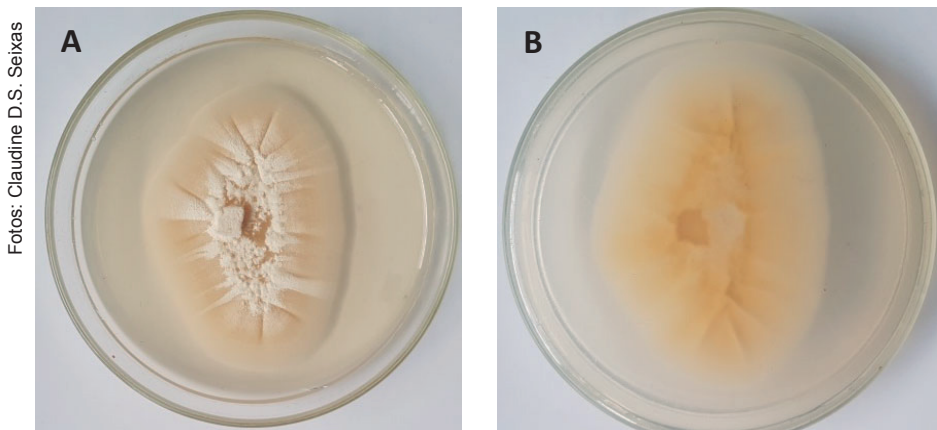
Folhas foram coletadas nos períodos de dois dias, cinco dias e 14 dias após a inoculação. Em cada período foi coletado um trifólio de cada planta de três vasos. O trifólio foi cortado, levado ao laboratório, onde com auxílio de microscópio estereoscópio, foram cortados seis fragmentos de 0,5 cm^2 do limbo foliar, contendo urédias de *P. pachyrhizi* com o micoparasita, evitando as nervuras. Os fragmentos foram depositados em microtubos contendo solução fixadora (glutaraldeído, tampão cocadilato e água destilada). Os microtubos foram identificados e colocados em uma caixa de papelão, que foi mantida em geladeira, para posterior envio à UEM.

No COMCAP-UEM, as amostras foram desidratadas em uma série de etanol (10%; 20%; 30%; 40%; 50%; 60%; 70%; 80%; 90%) culminando em 100%, foram secas em ponto crítico e fixadas em suportes próprios (stubs). Os stubs foram revestidos por aspersão com ouro. As amostras foram visualizadas e fotografadas com microscópio eletrônico de varredura Quanta, modelo 250, marca Thermo Fischer Scientific/Philips, operando em alto vácuo, usando voltagem de 20kv e intensidade de corrente de 30 μA .

Resultados e Discussão

Caracterização do micoparasita

Após 14 dias de incubação o micoparasita tomou em torno de 70% da placa de Petri, de 9 cm de diâmetro (Figura 1). A colônia tem textura cerosa com sulcos e bordos camurçados; com o passar do tempo em alguns pontos da colônia a textura fica cotonosa (Figura 1A). Quanto a coloração, é creme a amarelo-claro e, com o passar do tempo a parte mais velha fica esbranquiçada (Figura 1A). O reverso da colônia é creme a amarelo-claro (Figura 1B). Esporulação abundante. Presença de zonação diurna. Hifas hialinas. Conidióforos hialinos, não ramificados. Células conidiogênicas fialídicas, terminais. Conídios hialinos, agrupados em massa muscilagnosa, unicelulares, elipsoides, arredondados nas extremidades, paredes lisas. Quanto as medidas houve pequena variação no comprimento quando os esporos foram obtidos diretamente de folha fresca e quando obtidos após cultivo em meio de cultura: 3-5 μm x 2-3 μm (folha fresca); e 4-6 μm x 2-3 μm (cultura).



Fotos: Claudine D.S. Seixas

Figura 1. Aspecto da colônia (A) e reverso (C) da colônia do micoparasita de *P. pachyrhizi*. *Simplicillium lanosoniveum* foi relatado como micoparasita de *P. pachyrhizi* (Ward, 2011) e também de outras ferrugens (Baiswar et al., 2014).

Apesar da semelhança, o tamanho dos esporos do isolado CMES 937, utilizado nesse trabalho, não condizem com as descritas para *Simplicillium lanosoneum* (Zare; Gams, 2001). Com base nas características encontradas trata-se do gênero *Acremonium* (Hawksworth, 1979). Também nesse gênero há espécies descritas para controle biológico de ferrugens (Jayapal-Gowdu; Balasubramanian, 1993). Para confirmar e verificar a espécie do micoparasita estão sendo realizados testes moleculares.

Observação da interação do micoparasita com *P. pachyrhizi* ao microscópio eletrônico de varredura

Comparando as imagens obtidas ao MEV de estruturas reprodutivas de *P. pachyrhizi* sem o micoparasita associado (Figura 2A) com as obtidas de estruturas após dois dias de inoculação com o micoparasita percebe-se um intenso desenvolvimento de hifas do micoparasita entrelaçando uredosporos de *P. pachyrhizi* e o início da murcha desses uredosporos (Figura 2B).

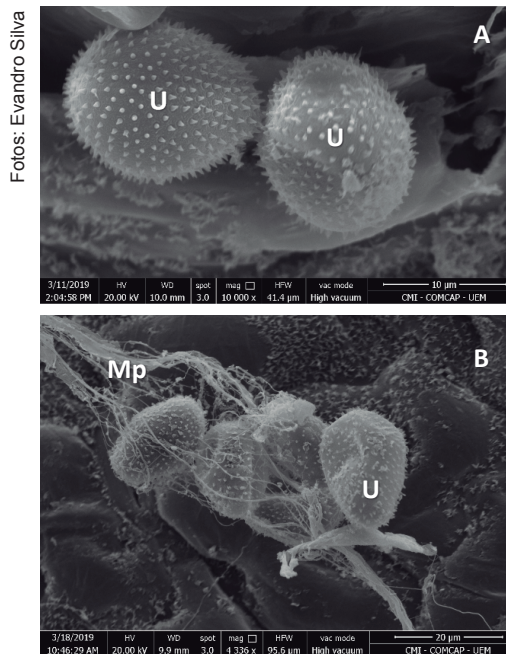


Figura 2. Uredosporos (U) de *P. pachyrhizi* na ausência do micoparasita (Mp) (A) e aos dois dias após a inoculação com o micoparasita (B). Aos cinco dias observa-se uredosporos totalmente murchos, inclusive dentro da urédia (Figura 3).

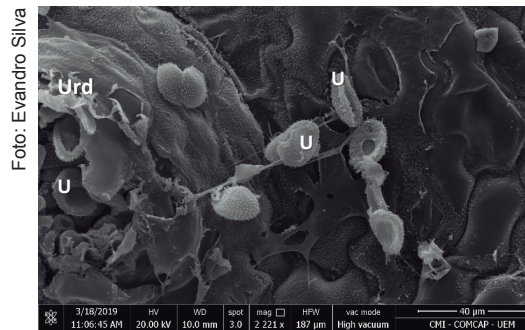


Figura 3. Urédia (Urd) e uredosporos (U) de *P. pachyrhizi* aos cinco dias após a inoculação com o micoparasita.

Aos 14 dias a colonização das estruturas de *P. pachyrhizi* pelo micoparasita é intensa e a maioria dos uredosporos está murcha (Figura 4).

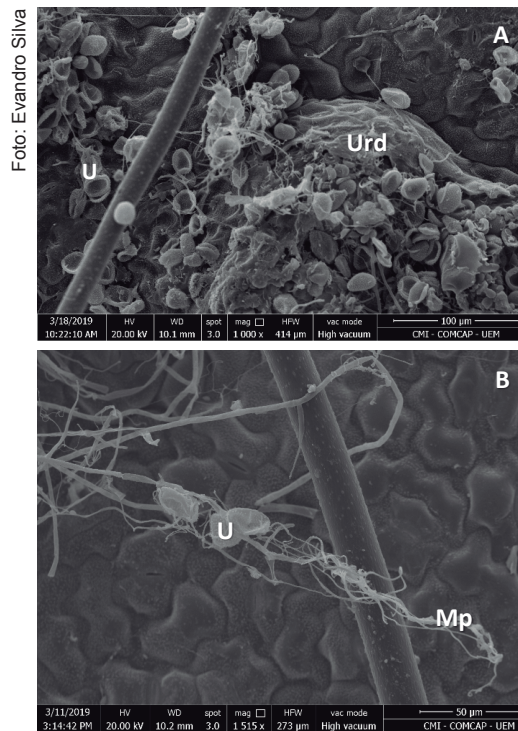


Figura 4. Urédia (Urd) com uredosporos (U) (A) e uredosporos (B) de *P. pachyrhizi* aos 14 dias após a inoculação com o micoparasita (Mp).

Pelo observado nessa fase do trabalho, o micoparasita cresce e se multiplica bem em um meio de cultura que é de baixo custo e de fácil produção, e é capaz de inviabilizar uredosporos de *P. pachyrhizi*, portanto tem potencial para controle biológico desse patógeno. Além dessas características, um agente de biocontrole deve ser geneticamente estável e não sofrer variação em suas atividades antagônicas entre as gerações; ser efetivo a baixas concentrações; ser compatível com outros métodos de controle e não ser patogênico ao homem e nem às plantas (Medeiros et al., 2018). Os estudos continuam para verificar se o micoparasita encontrado tem todas essas características e pode ser um bom agente de controle biológico.

Conclusão

O micoparasita de *P. pachyrhizi* pertence ao gênero *Acremonium* e tem potencial para biocontrole.

Referências

- BAISWAR, P.; NGACHAN, S. V.; RYMBAI, H.; CHANDRA, S. *Simplicillium lanosoniveum*, a hyperparasite on *Aecidium elaeagni-latifoliae* in India. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 9, p. 144, 2014.
- GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.
- GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MEYER, M.; COSTAMILAN, L. M.; ADEGAS, F. S. **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja**. Embrapa Soja: Londrina, PR, 2017. 6p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico. 92). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163428/1/ComTec92-OL.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.). **Compendium of soybean diseases and pests**. 5. ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.
- HAWKSWORTH, D. L. The lichenicolous Hyphomycetes. **Bulletin fo the British Museum for Natural History**, v. 6, n. 3, p. 183-300, 1979.
- HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76 p. (Embrapa Soja. Documentos, 256).

JAYAPAL-GOWDU, B.; BALASUBRAMANIAN, R. Biocontrol of rust of groundnut by *Acremonium obclavatum*. **Canadian Journal of Botany**, v. 71, p. 639-643, 1993.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C. Preparações e observações microscópicas de espécimes fúngicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. (Eds.). **Métodos em fitopatologia**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2016. p. 207-223.

MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. Princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres Ltda., 2018. v.1, p. 261-274.

WARD, N. A.; SCHNEIDER, R. W.; AIME, M. C. Colonization of soybean rust sori by *Simplicillium lanosoniveum*. **Fungal Ecology**, v. 4, n. 5, p. 303-308, 2011.

ZARE, R.; GAMS, W. A. A revision of *Verticillium* section Prostrata. IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. **Nova Hedwigia**, v. 73, p. 1-50, 2001.

Metabólitos diferenciais de extrato aquoso de *Crotalaria juncea* e *Crotalaria ochroleuca* por UPLC-QToF-MS^E

GAMEIRO, D.G.¹; SILVA, D. M.²; COTRIM, G. S.³; HOFFMANN-CAMPO, C. B.³; NUNES, E. O.³; MACHADO, G.D.⁴

¹UTFPR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, danielle_gameiro@hotmail.com; ²UFSC, Florianópolis, SC;

³Pesquisadora, Embrapa Soja; ⁴UTFPR, Londrina, PR.

Introdução

O gênero *Crotalaria* (Fabaceae) possui cerca de 690 espécies relatadas na literatura mundial (Garcia et al., 2013) e as plantas deste gênero podem ser utilizadas como planta de cobertura, no controle de fitonematoides em solos agrícolas, na produção de fibras para a indústria de papel e celulose e uso medicinal por pequenas comunidades para tratar doenças de pele, dentre outras (Silveira; Rava, 2004; Pereira, 2007; Silva-López; Pacheco, 2010; Garcia et al., 2013). No Brasil atualmente o principal uso da crotalaria é como planta de cobertura, para atenuar os problemas de erosão e melhorar os atributos químicos e biológicos relacionados a fertilidade e microbiota do solo, aumentando o aporte de matéria orgânica e promovendo associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio (Pereira, 2007; Andrade et al., 2008). As espécies mais estudadas são *C. juncea*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*, que são, também, as que apresentam maior disponibilidade no mercado de sementes (Garcia; Staut, 2018). Além dos usos descritos, muitos compostos de interesse agrônomo têm sido isolados e identificados nas espécies de *Crotalaria* e o seu potencial de usos tem sido promissores (Silva-López; Pacheco, 2010).

O objetivo deste trabalho foi identificar os compostos diferenciais determinados em extratos aquosos de *C. juncea* e *C. ochroleuca* por meio da análise por cromatografia líquida de ultra resolução (UPLC) acoplada a espectrometria de massas (LC-MS/MS).

Materiais e Métodos

Extração e preparo das amostras

Folhas de *C. juncea* (CJ) e *C. ochroleuca* (CO) foram coletadas em casa de vegetação na Embrapa Soja em Londrina, PR. Após limpeza com água ultrapura (Milli-Q, Millipore, Bedford, MA, USA), as folhas foram secas à 40°C em estufa de secagem termostática (SOLAB, SL-100) por 48 h. Na sequência, as folhas secas foram trituradas, utilizando-se um liquidificador industrial de alta velocidade, equipado com copo de inox (Fak, 800 W) sendo 100 g de folhas trituradas de cada espécie transferidas para béqueres de 500 mL. Em seguida, foram adicionados 2 L de água ultrapura e essa mistura foi agitada por 1 hora à 98°C por uma hora. O extrato obtido foi centrifugado (12000 rpm) por 20 min, a 4°C em centrífuga da marca Sorvall, modelo Legend X1R. O sobrenadante foi recolhido e seco em fluxo de nitrogênio (N₂). As amostras secas foram ressolubilizadas com uma solução de acetonitrila (CHROMASOLVTM, LC-MS≥99,9%, Honeywell, Charlotte, USA) a 5% (H₂O: ACN; 95:5 v/v) para se obter uma concentração final de 5 mg mL⁻¹. Essa solução foi filtrada sequencialmente em filtros PVDF de 0,45 μm e 0,22 μm de diâmetro de poro (Merck e Millipore), respectivamente, e transferida para micro tubos de injeção.

Análise cromatográfica por UPLC-QToF-MS^E

Os extratos obtidos foram analisados em UPLC da marca Waters, modelo Acquity acoplado a um espectrômetro de massa Xevo® Quadrupole e Time-of-Flight (Q-TOF) da marca Waters. As análises exploratórias foram realizadas em UPLC (ACQUITY HSS) utilizando-se uma coluna de fase reversa C18 SB (100 mm de comprimento, 2,1 mm de diâmetro; com poro de 1,8 μm, da marca Waters mantida à 40°C. A fase móvel consistiu-se de água ultrapura com 0,1% de ácido fórmico (LiChropur®, grau LC-MS, 98%-100%, MERCK) (A) e acetonitrila com 0,1% de ácido fórmico (B). Para eluição dos compostos utilizou-se gradiente: 2-95% B (0-15 min), 100% B (15,1 a 17 min), e equilíbrio com 2% de B (17,1 - 19,1 min) com fluxo de 400,0 μL min⁻¹. O volume de injeção foi 5,0 μL.

A ionização foi realizada utilizando-se uma fonte ionizadora por electrospray, ZSpray™, em modo negativo ESI e a tensão do cone foi de 35 V. O gás de dessolvatação foi o N₂ e a temperatura da fonte foi ajustada em 150°C. A dessolvatação foi executada numa temperatura de 350°C, com fluxo de gás de 500 L.h⁻¹, em cone de extração de 1,5 V e voltagem capilar de 2,6 kV. Os dados MS^E foram obtidos no modo centroide com um intervalo de massa de 100-1100 Da. A função de varredura de baixa energia de colisão foi 6 V e na alta energia variou de 10 - 30 V. Encefalina Leucina foi usada como *Lock mass* (padrão geral de controle) e o equipamento foi controlado pelo software MassLynx 4.1 da marca Waters. As amostras foram injetadas em triplicata.

Análises estatísticas e multivariadas

Os dados brutos obtidos nas análises por UPLC-MS foram processados pelo software Markerynx 4.1 (Waters) e, posteriormente, exportados para o pacote estatístico EzInfo 3.0, também da marca Waters, para análise multivariada. A análise de componentes principais (PCA) foi processada, utilizando a escala de Pareto, e posterior análise de projeção ortogonais para estruturas latentes (OPLS-DA).

Identificação dos metabólitos

A identificação dos metabólitos foi baseada em buscas em bases de dados online, como KNApSAcK *Database*, LMSD (*Lipid Maps Structure Database*), HMDB (*Human Metabolome Database*) e KEGG (*Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes*) e na literatura quando disponível.

Resultados e Discussão

Pela análise multivariada foi possível identificar os metabólitos que melhor discriminam as duas espécies de crotalaria, com um perfil característico de separação para cada uma das espécies (Figura 1).

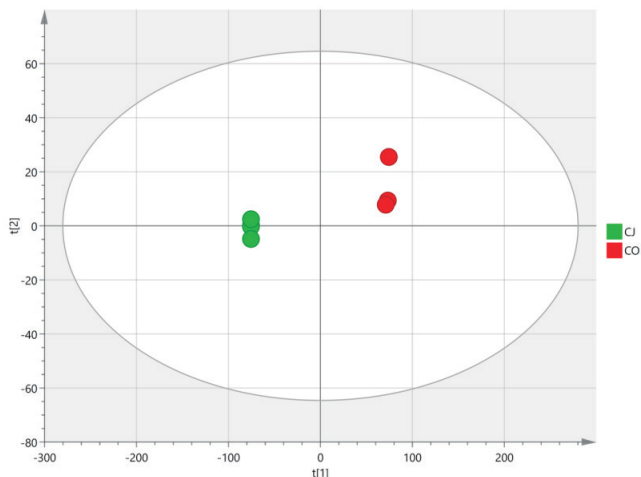


Figura 1. PCA de espectro UPLC-QToF-MS^E de *C. juncea* (CJ) e *C. ochroleuca* (CO).

Após a análise do modelo utilizando OPLS-DA, obteve-se um gráfico S-plot, onde foi possível visualizar os principais metabólitos que representavam as duas variáveis de maior importância em cada um dos grupos, no modelo estatístico. Com base no gráfico de S-plot, selecionou-se quatro potenciais variáveis que correspondem a quatro metabólitos entre o perfil do extrato aquoso de *C. juncea* e de *C. ochroleuca* (Tabela 1). As intensidades médias destes metabólitos estão apresentadas na Figura 2.

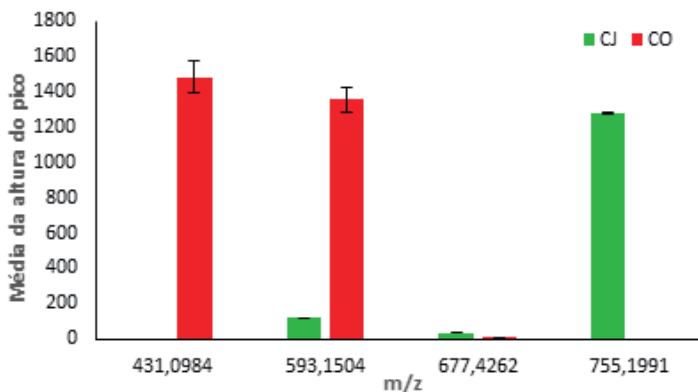


Figura 2. Intensidade média de metabólitos detectados (representados pelas massas-moleculares) em extrato aquoso de *C. juncea* (CJ) e de *C. ochroleuca* (CO).

Tabela 1. Identificação de metabólitos por UPLC-QToF-MS^E para extrato aquoso de *C. juncea* (CJ) e *C. ochroleuca* (CO).

Possível identidade	t _r (min)	m/z	Erro (PPM)	Fórmula molecular	MS/MS	Fator de mudança	Grupo	Referências
Saponina triterpênica	6,30	[M-H] ⁻ 677,4262	-0,4	C ₃₈ H ₆₂ O ₁₀	229,1478; 211,1369	11,4	CJ CO	Liou; Wu, 2002; Radwan et al., 2004.
Flavona	4,11	[M-H] ⁻ 431,0984	1,4	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	341,0640; 311,0493; 283,0592	1484,3	CO	Awouafack et al., 2011; Bisby et al., 1994; Mun'im et al., 2003.
Flavona	3,86	[M-H] ⁻ 593,1504	-0,3	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	413,0887; 293,0478	11,6	CJ CO	Bisby et al., 1994; Buckingham; Munasinghe, 2015.
Antocianina	2,39	[M-2H] ⁻ 755,2022	-3,1	C ₃₃ H ₄₁ O ₂₀	635,1556	1200,8	CJ	Flamini, 2013; Lambert et al., 2015.

O metabólito com m/z 677,4262 foi tentativamente identificado como uma saponina triterpênica, sendo observada em maior quantidade em CJ, mas presente também em CO. Saponinas triterpênicas são abundantes em plantas e possuem atividade antifúngica (Papadopoulou et al., 1999). Esses metabólicos foram também isolados em outras espécies botânicas da família *Crotalaria* (Liou; Wu, 2002; Radwan et al., 2004) que, também, apresentam atividade anti-inflamatória (Anam, 2001).

O metabólito com m/z 431,0984, presente em CO e ausente em CJ, foi identificado como uma flavona, da classe dos flavonoides. Flavonas com mesma massa molecular foram detectados *Crotalaria lachnophora* (Awouafack et al., 2011), *Crotalaria micans* (Bisby et al., 1994), *Crotalaria pallida* (Bisby et al., 1994) e *Crotalaria sessiliflora* (Mun'im et al., 2003). Também foi observada uma flavona, com m/z 593,1504, tanto em CO como em CJ, porém, em quantidade maior, na primeira. Flavonas de mesma massa molecular foram encontradas em duas espécies de *Crotalaria*, sendo elas Apigenina 4',7-diglicosídeo isolada em sementes de *C. juncea* (Bisby et al., 1994; Buckingham; Munasinghe, 2015) e Vitexina 4'-O-galactosídeo para *Crotalaria retusa*, entretanto não foi relatado pelos autores de qual parte da planta o composto foi isolado (Bisby et al., 1994). Os resultados obtidos não surpreendem, considerando-se que os flavonóides são metabólitos secundários amplamente distribuídos no reino vegetal, sendo os responsáveis pela proteção contra radiação ultravioleta, insetos, doenças causadas por fungos, vírus e bactérias, dentre outras funções (Hoffmann-Campo; Graça, 2019).

O metabólito com m/z 755,2022 foi identificado como uma antocianina e foi observada apenas em CJ. Neste trabalho utilizamos o modo negativo e neste modo não foi obtida fragmentação para a massa identificada, mas com auxílio do modo positivo foi possível identifica-la como uma antocianina, já que as massas encontradas são equivalentes, ou seja, representam a mesma molécula (Flamini, 2013; Lambert et al., 2015). As antocianinas são pigmentos fenólicos solúveis em água encontradas em frutas, hortaliças, flores, folhas e raízes (Lima et al., 2006) e são uma das classes mais importantes dos flavonoides (Março et al., 2008). A coloração que produzem tem um papel importante em mecanismos reprodutores das plantas, como, por exemplo, a polinização e a dispersão de sementes. Além do efeito de coloração, as antocianinas e suas agliconas, as antocianidinas, apresentam efeitos antioxidante, anti-inflamatório, dentre outros (Lima et al., 2006).

Conclusão

Os resultados obtidos até o momento indicam que dois metabolitos podem discriminar os extratos aquosos de *C. juncea* e *C. ochroleuca*, são eles: uma antocianina ($C_{33}H_{41}O_{20}$) e uma flavona ($C_{21}H_{20}O_{10}$), respectivamente. Nos extratos das duas espécies, foi possível observar uma saponina triperpênica ($C_{38}H_{62}O_{10}$) e uma outra flavona ($C_{27}H_{30}O_{15}$), com diferentes concentrações. Entretanto, pesquisas adicionais relacionadas aos fragmentes obtidos que devem ser realizadas para a completa identificação completa das moléculas detectada.

Estes resultados apresentam grande relevância devido à escassez de informações em relação a identificação e correlação das moléculas específicas dessas espécies. O entendimento da constituição química das crotalarias pode direcionar de forma seletiva suas aplicações nas mais diversas aplicações nos sistemas de produção.

Referências

- ANAM, E. M. Anti-inflammatory activity of compounds isolated from the aerial parts of *Abrus precatorius* (Fabaceae). **Phytomedicine**, v. 8, n. 1, p. 24-27, Jan. 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944711304700045?via%3Dihub>>. Acesso em: 06 Jun. 2019.
- ANDRADE, D. A. V.; ORTOLANI, F. A.; MORO, J. R.; MORO, F. V. Aspectos morfológicos de frutos e sementes e caracterização citogenética de *Crotalaria lanceolata* E. Mey (Papilionoideae - Fabaceae). **Acta Botanica Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 1150-1162, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v22n3/v22n3a03.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- AWOUAFACK, M. D.; SPITELLER, P.; LAMSHÖFT, M.; KUSARI, S.; IVANOVA, B.; TANE, P.; SPITELLER, M. Antimicrobial Isopropenyl-dihydrofuranoisoflavones from *Crotalaria lachnophora*. **Journal of Natural Products**, v. 74, n. 2, p. 272-278, 2011. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/np1005218>>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- BISBY, F. A.; BUCKINGHAM, J.; HARBORNE, J. B. **Phytochemical dictionary of the Leguminosae: plants and their constituents**. v. 1. Londres: Chapman and Hall, 1994.
- BUCKINGHAM, J.; MUNASINGHE, V. R. N. **Dictionary of flavonoids with CD-ROM**. Boca Raton: CRC Press, 2015.
- FLAMINI, R. Recent applications of mass spectrometry in the study of grape and wine polyphenols. **ISRN Spectroscopy**, v. 2013, Article ID 813563, 2013. 45 p. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/813563/>>. Acesso em: 8 jul. 2019.
- GARCIA, J. M.; KAWAKITA, K.; MIOTTO, S. T. S.; SOUZA, M. C. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil.

- Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 2, p. 209-226, Abr./Jun. 2013. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/2361/1198>>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- GARCIA, R. A.; STAUT, L. A. **Como inserir crotalária em sistemas de produção de grãos**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018, 12 p. E-book. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1101109/1/CT44.pdf>>. Acesso em: 06 Jun. 2019.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; GRAÇA, J. P. da. O papel dos metabólitos secundários na resistência de plantas a insetos. In: BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. (Ed.). **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. Piracicaba: FEALQ, 2019. p. 99-136.
- LAMBERT, M.; MEUDEC, E.; VERBAERE, A.; MAZEROLLES, G.; WIRTH, J.; MASSON, G.; CHEYNIER, V.; SOMMERER, N. A High-throughput UHPLC-QqQ-MS method for polyphenol profiling in rosé wines. **Molecules**, v. 20, n. 5, p. 7890-7914, 2015. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1420-3049/20/5/7890>>. Acesso em: 8 jul. 2019.
- LIMA, V. L. A. G.; PINHEIRO, I. O.; NASCIMENTO, M. S.; GOMES, P. B.; GUERRA, N. B. Identificação de antocianidinas em acerolas do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 927-935, Dez. 2006.
- LIOU, M. J.; WU, T. S. Triterpenoids from *Rubia yunnanensis*. **Journal of Natural Products**, v. 65, n. 9, p. 1283-1287, 2002. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/np020038k>>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. *Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais*. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n5/a51v31n5.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- MUN'IM, A.; ISODA, H.; SEKI, M.; NEGISHI, O.; OZAWA, T. Estrogenic and acetylcholinesterase-enhancement activity of a new isoflavone, 7,2',4'-trihydroxyisoflavone-4'-O-beta-D-glucopyranoside from *Crotalaria sessiliflora*. **Cytotechnology**, v. 43, p. 127-134, Nov. 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3449587/>>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- PAPADOPOULOU, K.; MELTON, R. E.; LEGGETT, M.; DANIELS, M. J.; OSBOURN, A. E. Compromised disease resistance in saponin-deficient plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, p. 22, p. 12923-12928, Out. 1999. Disponível em: <<https://www.pnas.org/content/96/22/12923.short>>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- PEREIRA, A. J. **Caracterização agrônômica de espécies de *Crotalaria* L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com *C. juncea* no cultivo orgânico de brássicas em sistema plantio direto**. 2007. 72 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica.
- RADWAN M. M.; EL-SEBAKHY, N. A.; ASAAD, A. M.; TOAIMA, S. M.; KINGSTON, D. G. Kahiricosides II-V, cycloartane glycosides from an Egyptian collection of *Astragalus kahiricus*. **Phytochemistry**, v. 65, n. 21, p. 2909-2913, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942204004182>>. Acesso em: 6 jun. 2019.

SILVA-LÓPEZ, R. E. S.; PACHECO, J. S. Genus *Crotalaria* L. (Leguminosae). **Revista Fitos**, v. 5, n. 03, p. 43-52, 2010. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/122>>. Acesso em: 6 jun. 2019.

SILVEIRA, P. M. da; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematóides da raiz do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 2 p. E-book. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/212992>>. Acesso em: 6 jun. 2019.

Distribuição de resíduos vegetais na colheita da soja

CYRINO, T. C.¹; SANTOS, E.L.²; CECCATTO, S. E. K.³; SORIANI, R.³; CONTE, O.⁴; BALBINOT, A. A.⁴ FRANCHINI, J. C.⁴; DEBIASI, H.⁴.

¹Unifil, Bolsista Pibic/CNPq tiago_carraschi@hotmail.com; ²Professor Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, Cascavel, PR; ³ Programa de Pós Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina; ⁴Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

O Sistema Plantio Direto (SPD), para ser considerado conservacionista, deve ser planejado para atender os fundamentos: mínimo revolvimento, manutenção de plantas vivas o maior período possível na área, cobertura morta permanente e diversificação de culturas, além do sistema de terraceamento bem dimensionado e semeadura em nível. A cobertura vegetal pode ser considerada como defesa natural do solo contra a erosão, pois é o fator isolado de maior influência no processo erosivo (Leite et al., 2009).

A manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo, ainda, contribui com a oferta de nutrientes para os cultivos em sucessão através de ciclagem pela atividade biológica (Rosolem et al., 2003). Segundo Torres et al. (2005), com o aumento do teor de matéria orgânica no solo têm-se possibilidades de maior suprimento de nitrogênio (N) às plantas cultivadas, que pode ser adicionado ao solo via mineralização dos resíduos vegetais durante a entressafra.

O manejo mecânico dos resíduos vegetais se inicia na operação de colheita, visto que o fracionamento e a distribuição da palha que passa pelo interior da colhedora e é depositada na superfície do solo, é de fundamental importância para o adequado funcionamento da semeadora (Kunz et al., 2008). A fragmentação e a distribuição da palha são realizadas, por meio da colhedora, que possui em seus mecanismos um dispositivo picador do tipo aletas difusoras, que, sem a presença de mecanismo distribuidor de palha proveniente das peneiras, torna a distribuição irregular (Chioderoli et al., 2012). Existem diversos métodos para estimar o volume de resíduos vegetais e cobertura do solo (Alves et al., 1998), entre eles, a utilização de quadros com áreas conhecidas e determinação da porcentagem de cobertura do solo através de imagens fotográficas (Jorge; Silva, 2009).

Diante do exposto, a hipótese do trabalho é que a distribuição de resíduos vegetais da colheita não apresenta uniformidade, comprometendo a plantabilidade e a uniformidade dos nutrientes, entre eles o Nitrogênio. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição de resíduos vegetais na colheita da soja.

Material e Métodos

A unidade experimental foi constituída de um talhão com 59,2 hectares, localizada no distrito de Warta, município de Londrina, PR., nas seguintes coordenadas 23°11'54.68" S e 51°12'27.50" O. A colheita da soja foi realizada com colhedora autopropelida com plataforma de 20 pés de 12 linhas de soja espaçadas a 0,5 m. As coletas de resíduos vegetais foram realizadas após a colheita da soja, antes (14/02/2019) e após (21/02/2019) a semeadura do milho. Foram coletadas amostras dos resíduos vegetais dispostos sobre o solo, utilizando um quadrado com dimensões de 0,5 x 0,5 m (0,25m²). Cinco quadrados foram distribuídos equidistantes a um metro entre eles, transversalmente ao sentido da colheita da soja, formando uma transecta de 6,5 metros. A disposição dos quadrados foi iniciada considerando a parte central da colhedora, e disposto dois quadros de cada lado. Foram coletadas cinco transectas distribuídas aleatoriamente na área. Antes da coleta das amostras os quadros foram fotografados, e posteriormente as imagens foram recortadas e processadas através do software Siscob (Jorge; Silva, 2009), para a obtenção da estimativa da taxa de cobertura do solo. A palhada retirada na área dos quadrados foi acondicionada em sacos de papel e submetida à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas, para a determinação da massa seca dos resíduos vegetais. As amostras utilizadas para avaliação de massa seca sofreram digestão sulfúrica pelo método Kjeldahl (Claessen, 1997) para a determinação do teor de N-total.

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F, $p < 0,05$). Havendo interação significativa entre os fatores estudados, 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 distribuição dos resíduos vegetais na superfície do solo foi desuniforme, na distância horizontal considerada para largura de corte da colhedora (Figura 1A). A concentração dos resíduos vegetais da soja foi na parte central da área amostrada antes da semeadura do milho. Após a semeadura do milho, também houve desuniformidade na distribuição dos resíduos na superfície do solo, porém a diferença foi menor se comparada com os resultados obtidos antes da semeadura do milho. A colhedora utilizada é equipada com sistema de picador de palha, as aletas do picador são de difícil regulação dificultando a distribuição uniforme, logo toda palha que é distribuída se concentra na largura do sacapalhas, apresentando faixas no campo que podem ser visualmente identificadas. Conforme Chioderoli et al. (2012), as colhedoras sem distribuidor do material proveniente das peneiras apresentaram distribuição menos uniforme dos resíduos vegetais (palha), acumulando-os sobre a superfície do solo, na direção do centro da faixa colhida, com largura aproximada daquela das peneiras da colhedora.

O volume de resíduos vegetais existentes na área antes e após a semeadura do milho apresentou diferença significativa (Figura 1B). A variação média antes e depois da semeadura do milho foi de 26%, ou seja, existia fitomassa média de 5 Mg ha⁻¹, e, após a semeadura este valor baixou para 3,7 Mg ha⁻¹. A diminuição pode ter ocorrido devido a movimentação do solo na linha de semeadura, incorporando parcialmente estes resíduos.

A fitomassa média encontrada foi de 5 Mg ha⁻¹, no entanto, este volume é oriundo da soja colhida e dos resíduos vegetais da cultura do milho safrinha, pois este contribui com aproximadamente 2,5 Mg ha⁻¹ de fitomassa seca (Cruz et al., 2002). Conforme Calonego et al. (2012), pode haver a persistência de até 60% dos resíduos vegetais do milho após 150 dias depois de colhido.

A cobertura do solo sofreu variação conforme a largura da plataforma de corte da colhedora (Figura 2A). Antes da semeadura do milho, a variação ocorreu somente nas distâncias mais extremas (0,25 e 6 m) em relação à área central da plataforma de corte. Quando houve a semeadura do milho, a diferença da cobertura do solo entre as distâncias foi menor apenas à 1,5 m. Toledo et al. (2008) determinaram os limites aceitáveis para a distribuição da cobertura vegetal, sendo 80% a menor cobertura do solo. Desta forma,

as distâncias 3 e 4,5m quando não houve a semeadura do milho, foram as únicas que apresentaram valores acima de 80%.

A cobertura média quando comparada antes a após a semeadura do milho apresentou diferença significativa (Figura 2B). Antes da semeadura do milho a cobertura do solo era de 74,6% e após a semeadura do milho foi de 57,8%, reduzindo em mais de 22% a cobertura média. Considerando os parâmetros propostos por Toledo et al. (2008), nos dois casos, antes e após a semeadura do milho, as médias não ultrapassaram os 80% de cobertura do solo priorizado.

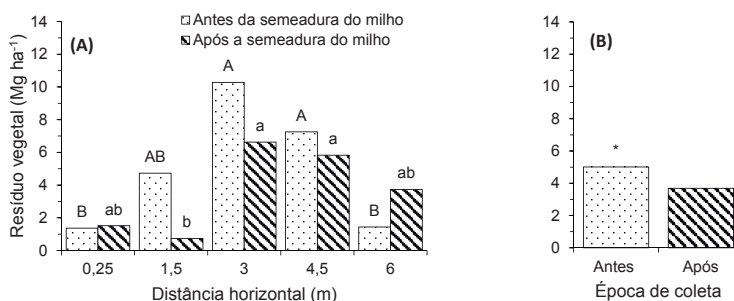


Figura 1. Distribuição de resíduo vegetal na superfície do solo em relação a passagem da colhedora (A), resíduo vegetal existente na área antes e após a semeadura do milho (B). Londrina, PR, 2019.

¹Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam antes da semeadura do milho, letras minúsculas comparam após a semeadura do milho. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A cobertura do solo sofreu variação conforme a largura da plataforma de corte da colhedora (Figura 2A). Antes da semeadura do milho, a variação ocorreu somente nas distâncias mais extremas (0,25 e 6 m) em relação à área central da plataforma de corte. Quando houve a semeadura do milho, a diferença da cobertura do solo entre as distâncias foi menor apenas a 1,5 m. Toledo et al. (2008) determinaram os limites aceitáveis para a distribuição da cobertura vegetal, sendo 80% a menor cobertura do solo. Desta forma, as distâncias 3 e 4,5m quando não houve a semeadura do milho, foram as únicas que apresentaram valores acima de 80%.

A cobertura média quando comparada antes a após a semeadura do milho apresentou diferença significativa (Figura 2B). Antes da semeadura do milho a cobertura do solo era de 74,6% e após a semeadura do milho foi de 57,8%,

reduzindo em mais de 22% a cobertura média. Considerando os parâmetros propostos por Toledo et al. (2008), nos dois casos, antes e após a semeadura do milho, as médias não ultrapassaram os 80% de cobertura do solo priorizado.

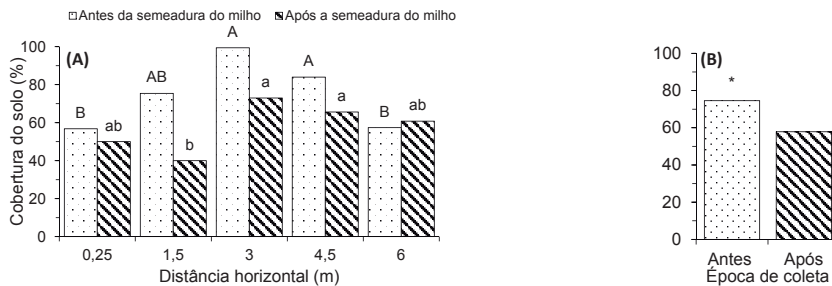


Figura 2. Cobertura do solo (%) em relação a passagem da colhedora avaliada pelo software Siscob (A), comparação entre a cobertura antes e após a semeadura do milho (B). Londrina, PR, 2019.

¹Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam antes da semeadura do milho, letras minúsculas comparam após a semeadura do milho. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A irregularidade na distribuição dos resíduos vegetais oriundos da colheita, ocasionou disponibilidade desuniforme do N (Figura 3A), com maiores teores nas faixas onde ocorre a deposição da palha proveniente das peneiras da colhedora. A distribuição obteve maior irregularidade antes da semeadura do milho, sendo os menores valores nas distâncias mais extremas (0,25 e 6 m) em relação a área central da plataforma de corte. Após a semeadura do milho, a diferença da cobertura do solo foi menor nas distâncias 0,25 e 1,5 m.

Quando comparado o nitrogênio nos resíduos vegetais (kg ha^{-1}) antes e após a semeadura do milho, houve diferença de 25,7%, devido à maior quantidade ($47,4 \text{ kg ha}^{-1}$) ser apresentado antes da semeadura.

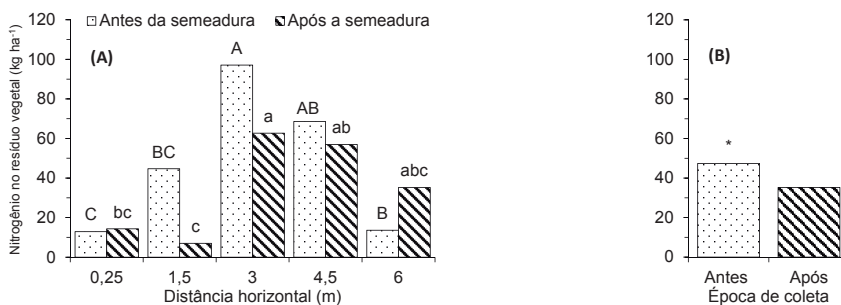


Figura 3. Nitrogênio no resíduo vegetal (kg ha⁻¹) em relação a passagem da colhedora avaliado pelo método Kjeldahl (A), comparação entre do nitrogênio no resíduo antes e após a semeadura do milho (B). Londrina, PR, 2019.

¹Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam antes da semeadura do milho, letras minúsculas comparam após a semeadura do milho. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A desuniformidade dos resíduos na superfície do solo influenciou a distribuição de plantas na linha de semeadura (Figura 4). As maiores populações de plantas foram apresentadas nas distâncias onde houve menor quantidade de resíduos (0,25 e 6m). A população de plantas chegou a diminuir até 31,3% quando comparado a distância horizontal 0,25m (51 mil plantas ha⁻¹) e a distância 3m (35 mil plantas ha⁻¹). Portanto, é importante que os resíduos estejam bem distribuídos sobre o solo para evitar a ocorrência de locais com acúmulo, causando problemas de embuchamento de semeadoras e emergência irregular de plântulas (Chioderoli et al., 2012).

Considerando que a desuniformidade na quantidade de resíduos vegetais, a semeadora pode não ter sido eficiente na regulagem para efetuar o corte e distribuição das sementes, pois conforme Santos et al. (2010), as quantidades elevadas de palhada podem prejudicar a operação de semeadura pelo aumento da profundidade de sulcamento, podendo afetar a germinação da cultura implantada. Neste caso ainda pode-se acrescentar a qualidade da palhada que se apresentava em grande quantidade em alguns pontos e solta na superfície, dificultando o corte.

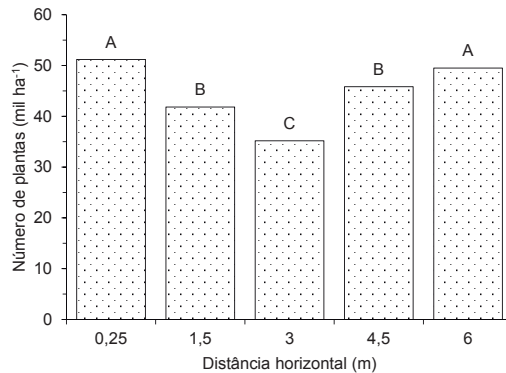


Figura 4. Número de plantas (mil ha⁻¹) em relação a passagem da colhedora. Londrina, PR, 2019.

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

O sistema produtivo que contempla a cultura da soja, seguida pela cultura do milho na segunda safra (safrinha), não foi capaz de suprir a necessidade do sistema em produção de fitomassa, pois segundo Cruz et al. (2002), o ideal é que os sistemas de produção insiram, em média, 6,0 Mg ha⁻¹ ano ou mais de fitomassa seca. No presente estudo, a quantidade de resíduos vegetais encontrados antes da semeadura do milho foi de 5 Mg ha⁻¹. Com a baixa quantidade média de resíduos vegetais dispostos na superfície do solo, houve também a baixa cobertura do solo, que apresentou uma média de 74,6% antes da semeadura do milho, sendo o ideal valores acima de 80% (Toledo et al., 2008).

Conclusão

A distribuição dos resíduos vegetais na superfície do solo foi desuniforme, nas distâncias horizontais conforme a largura de corte da colhedora.

A irregularidade na distribuição dos resíduos vegetais oriundos da colheita, ocasionou disponibilidade desuniforme do nitrogênio e comprometeu a plantabilidade da cultura do milho, diminuindo a população de plantas onde houve maior concentração de resíduos vegetais.

Referências

- ALVES, A. G. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Comparação entre os métodos da transeção linear e fotográfico na avaliação de cobertura vegetal morta, sob dois métodos de preparo, após a colheita da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 491-496, 1998.
- CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. dos. Persistência e liberação de nutrientes de palha de milho, braquiária e labelabe. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 770781, 2012.
- CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p.112-121, 2012.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1)
- CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho: sistema plantio direto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 51).
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.
- JORGE, L. A. C.; SILVA, D. J. C. B. **SisCob**: manual de utilização. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 18 p.
- KUNZ, V. L.; FILHO, A. G.; PRIMO, M. A.; GURGACZ, F.; FEY, E. Distribuição de palha por colhedoras autopropelidas na colheita da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 125-135, 2008.
- LEITE, M. H. S.; COUTO, E. G.; AMORIM, R. S.; COSTA, E. L. Perdas de solo e nutrientes num Latossolo Vermelho-Amarelo ácrico típico, com diferentes sistemas de preparo sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 689-699, 2009.
- ROSOLEM, C. A.; SILVA, R. H.; ESTEVES, J. A. F. Potassium supply to cotton roots as affected by potassium fertilization and liming. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 635-641, 2003.
- SANTOS, A. J. M.; GAMERO, C. A.; BACKES, C.; SALOMÃO, L. C.; BICUDO, S. J. Desempenho de discos de corte de semeadora-adubadora em diferentes quantidades de cobertura vegetal. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 4, p. 17-30, 2010.
- TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S. C.; COSTA, B. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 710-719, 2008.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C. & FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 609-618, 2005.

Infiltração estável de água no solo influenciada pelo manejo e o sentido de semeadura

OLIVEIRA, G.V.¹; LIMA, R.A. de²; SANTOS, E.L. dos³; CECCATTO, S. el K.⁴; SORIANI, R.⁴; CONTE, O.⁵; BALBINOT JUNIOR, A.A.⁵; FRANCHINI, J.C.⁵; DEBIASI, H.⁵

¹Unopar, Bolsista PIBIC/CNPq, tavovieira2008@hotmail.com; ²Centro Universitário Filadélfia, Bolsista PIBIC/CNPq; ³Professor, Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG; ⁴Programa de Pós Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina; ⁵Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

No Sistema Plantio Direto (SPD) as perdas por erosão são controladas pelo não revolvimento do solo e pela cobertura morta que diminui o impacto das gotas de chuva, eliminando o selamento superficial e mantendo a capilaridade do solo, aumentando a infiltração e reduzindo a enxurrada (Seganfredo et al., 1997). Neste contexto, a rotação de culturas no SPD proporciona melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo (Silva et al., 2000).

A semeadura realizada no sentido do declive do terreno (semeadura em desnível) facilita o escoamento superficial em relação à semeadura realizada no sentido transversal ao declive (semeadura em nível). Os sulcos deixados pela semeadora na semeadura em desnível facilitam que a água se concentre no local, o que favorece o escoamento superficial gerando maior energia cinética, desagregando e transportando maior quantidade de sedimentos (Luciano et al., 2009). A concentração de nutrientes no sedimento gerado pela erosão hídrica é influenciada pelo volume de água e pelo teor dos nutrientes no solo e na água. Neste caso, há dependência do volume de escoamento, assim como da adubação, cobertura e manejo do solo (Bertol et al., 2011).

As características das chuvas ocorridas em uma dada região, assim como o regime hídrico, em grande parte determinam os efeitos da erosão, sendo que a intensidade de precipitação é uma das principais características. As consequências da chuva sobre atributos do solo são difíceis de serem estudadas via chuva natural, por não ser possível o controle da duração, intensidade, distribuição e tipo de chuva. Uma das alternativas é a utilização de simuladores, que permite controlar as características das chuvas (Bertol et al., 2010).

Diante do exposto, a hipótese do trabalho é que o sistema de manejo do solo (rotação e sucessão) e o sentido da semeadura (nível e desnível) determinam o volume de infiltração e escoamento, influenciando a perda de solo e de nutrientes, entre eles o potássio. Portanto, o objetivo do trabalho é avaliar a taxa de infiltração de água no solo com simulador de chuva de intensidade variável em diferentes sistemas de manejo do solo.

Material e Métodos

As unidades experimentais foram constituídas por duas macroparcelsas com 50 x 8 m, totalizando 400 m², oriundas dos experimentos de rotação de culturas no sistema plantio direto, conduzidos pela parceria da Embrapa Soja e Coamo Cooperativa Agroindustrial em Campo Mourão/PR (24° 5' 41,80"S e 52° 21' 33,18"O, 615 m de altitude média), implantados em 11/04/1985: 1) Macroparcela em sucessão soja e trigo (MPST): cultivo de soja no verão e trigo no inverno. 2) Macroparcela diversificada (MPD), cultivada aveia/soja, trigo/soja, milho/consórcio (milho+*Urochloa ruziziensis*), trigo/soja. A determinação da taxa de infiltração estável (TIE) do solo foi realizada com simulador de chuva de intensidade variável em fevereiro de 2019, em duas microparcelsas (1 x 1m) delimitadas por uma base de aço cravadas no solo. Nas microparcelsas foi semeada a cultura do milho em nível e desnível. A semeadura do milho foi feita manualmente no espaçamento de 0,45 m entre linhas, dez dias antes da avaliação da TIE, sendo os sulcos (0,08m de profundidade e 0,10m de largura) abertos com auxílio de sacho. A declividade da área delimitada era de 0,035 m m⁻¹.

As microparcelsas foram delimitadas 30 dias antes da simulação de chuva, por uma base delimitadora, confeccionada em chapas de aço nº 18, de 0,2 m de altura, dos quais 0,15 m foram cravados no solo, considerando a intensidade de precipitação utilizada nas avaliações (120 mm h⁻¹), o bico do simulador fornece energia de impacto de 200 kJ ha⁻¹ mm (Meyer; Harmon, 1979). Essa energia equivale a 75% da energia fornecida por uma chuva natural de igual intensidade (Souza, 2004).

A água da chuva simulada que escoou foi coletada por uma calha acoplada a jusante da base delimitadora da microparcela, transversalmente e abaixo da superfície do terreno. Através de uma mangueira conectada à saída da calha,

a água escoada foi conduzida e armazenada em recipiente graduado, para a determinação do escoamento.

A primeira leitura do volume de água escoado foi realizada 5 minutos após o início da chuva e, depois, a cada 5 minutos, por um período total de 45 minutos. A TIE foi obtida pela diferença entre o volume de água da chuva e o escoamento na unidade de tempo, sendo os valores expressos em mm h^{-1} e plotados em função do tempo de medição, gerando a curva de infiltração de água no solo. Com os dados do escoamento foi calculada a lâmina de água (mm) acumulada, em relação ao tempo de duração do teste.

Antes dos testes foram simuladas chuvas para saturação do solo, e foi aplicado K na forma de KCl, na quantidade de 16 g parcela⁻¹ (160 kg ha⁻¹) ou seja 96 kg ha⁻¹ de K₂O.

Para avaliação de perdas de solo e de K₂O acumulado em função do tempo de duração do teste, foi coletado a cada 5 minutos, por um período total de 45 minutos, a água proveniente do escoamento. A água foi levada para o Laboratório de Solos da Embrapa Soja em Londrina-PR., onde foi filtrada com auxílio de bomba de vácuo, com filtro qualitativo de celulose (papel filtro Qualy - JProLab, 80 g/m² e poros de 14 μm). O solo retido no filtro foi submetido a secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas, para a determinação da massa. Após a filtragem, amostras de água foram utilizadas para a determinação de K₂O, em espectrômetro de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), marca Perkin Elmer, modelo *Optima 8300* (Dual View). Com os valores obtidos, foram calculadas as perdas de solo e de K₂O, e plotados os gráficos em função do tempo de medição, gerando a curva com os acumulados.

Resultados e Discussão

A rotação de culturas aumentou a TIE em até 60%, quando realizado a semeadura do milho em nível. A diferença entre os sistemas com rotação e sucessão foi ainda maior (89,9%), quando houve a semeadura do milho em desnível (Figuras 1A e 1B). A utilização de rotação de culturas contribui para um aumento significativo nos resíduos culturais e na diversificação e quantidade de raízes que resulta em melhorias no armazenamento e disponibili-

dade de água às plantas. Nesse sentido, determinadas espécies como as gramíneas, devido a sua alta densidade de raízes finas, podem melhorar a infiltração de água no solo por meio do aumento em tamanho e na quantidade de bioporos verticais (Brandão; Silva, 2012).

A semeadura em desnível no sistema de sucessão de culturas aumentou a perda de água em 79%, e, quando houve rotação de culturas a prática da semeadura apresentou diferença de 16% com maior TIE quando houve a semeadura em nível. A semeadura em desnível tem sido empregada por muitos produtores para facilitar o manejo das culturas, priorizando a maior distância no talhão e não o sentido do declive. Marioti et al. (2013) verificaram que a semeadura em nível aumentou em 15% a TIE. Esses resultados demonstram a importância da semeadura em nível no aumento da TIE e redução do escoamento superficial de água. Neste sentido, o sulco gerado pela semeadura em nível produz rugosidade no solo, comportando-se como microterraços, diminuindo a velocidade da água e facilitando a infiltração.

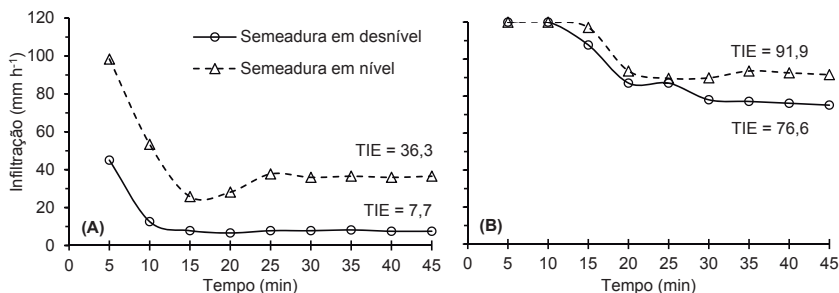


Figura 1. Taxa de infiltração nas macroparcelas com sucessão Trigo/Soja (A) e rotação de culturas (B) em função do sentido de semeadura da cultura do milho. Embrapa/Coamo, Campo Mourão – PR, 2019. TIE = taxa de infiltração estável sob precipitação de 120 mm h⁻¹.

A lâmina de água (mm) acumulada da chuva simulada foi de 90 mm durante o tempo do teste (45 minutos). Deste valor, cerca de 90% foi perdida por escoamento onde havia a sucessão de culturas com semeadura do milho em desnível. O menor volume de água perdida no escoamento foi proporcionado pela rotação de culturas com semeadura do milho em nível (23%). Vale ressaltar que a semeadura em nível em áreas com sucessão obtiveram valores próximos de lâminas de água em relação às áreas com semeadura em desnível no sistema de rotação. Neste sentido, práticas conservacionistas como a rotação de culturas devem ser associadas ao cultivo em nível, como fator determinante no processo de infiltração de água no solo.

A perda de solo acumulada durante o tempo do teste foi maior quando houve a semeadura do milho em desnível na sucessão de culturas, aproximadamente 1293 kg ha⁻¹. No entanto, quando houve rotação de culturas com semeadura em nível as perdas foram próximas de 3,4 kg ha⁻¹, isso equivale a uma diminuição de 99,7%. A semeadura em nível diminuiu a perda de solo em 96,2% na rotação de culturas e 65,4% na sucessão de culturas. Marioti et al. (2013) avaliando a forma de semeadura, constataram que a semeadura em nível diminuiu em 74,6% as perdas de solo.

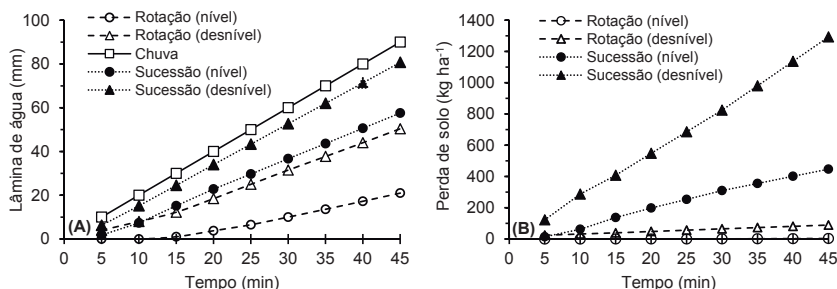


Figura 2. Lâmina de água (mm) acumulada (A) e perda de solo (kg ha⁻¹) acumulado (B) em relação ao tempo de duração do teste, nas macroparcelas com sucessão Trigo/Soja e rotação de culturas em função do sentido de semeadura da cultura do milho. Embrapa/Coamo, Campo Mourão – PR, 2019.

O maior escoamento superficial ocasionado pela sucessão de culturas e semeadura em desnível também proporcionou maior acumulado de perdas de K₂O, chegando a 75% dos 96kg ha⁻¹ aplicados (Figura 3). Vale salientar que 88,2% das perdas acumuladas de K₂O ocorreram nos primeiros 10 minutos do teste. No entanto, a semeadura em nível na sucessão foi capaz de retardar

dar as perdas acumuladas de K_2O na fase inicial do teste, mostrando que, em chuvas de alta intensidade e de curta duração, a semeadura em nível contribui para diminuir as perdas de nutrientes e de água.

Quando foi efetuada a semeadura em nível com rotação de culturas, as perdas acumuladas de K_2O foram de 10,2% dos 96 $kg\ ha^{-1}$ aplicados. Estes resultados evidenciam a necessidade de contenção do escoamento superficial, mesmo em áreas manejadas com rotação de culturas e com semeadura em nível, o que pode ser obtido por meio da implantação de sistema de terraceamento corretamente dimensionado (BERTOL et al., 2011).

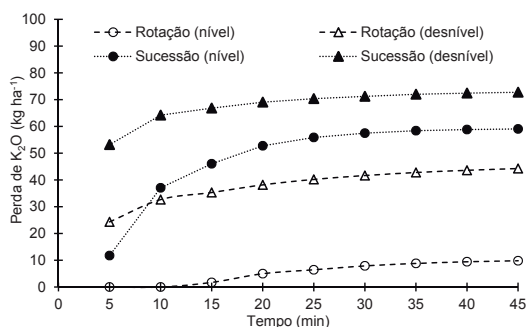


Figura 3. Perda de K_2O ($kg\ ha^{-1}$) acumulado em relação ao tempo de duração do teste, nas macroparcelas com sucessão Trigo/Soja e rotação de culturas, em função do sentido de semeadura da cultura do milho. Embrapa/Coamo, Campo Mourão – PR, 2019.

Conclusão

O uso da rotação de culturas associado ao cultivo em nível aumenta a taxa de infiltração de água e consequentemente reduz as perdas de solo e potássio.

Referências

BERTOL, I.; VÁZQUEZ, E. V.; GONZÁLEZ, A. P.; COGO, N. P.; LUCIANO, R. V.; FABIAN, E. L. Sedimentos transportados pela enxurrada em eventos de erosão hídrica em um Nitossolo Háptico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, p. 245-252, 2010.

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; FEY, E.; LANAL, M. do C. Perda de nutrientes via escoamento superficial no sistema plantio direto sob adubação mineral e orgânica. *Ciência Rural*, v. 41, p. 1914-1920, 2011.

BRANDÃO, V. dos S. **Infiltração da água no solo**. 3. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2006. 120 p.

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; VÁZQUEZ, E. V.; FABIAN, E. L. Perdas de água e solo por erosão hídrica em duas direções de semeadura de aveia e ervilhaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 669-676, 2009.

MARIOTI, J.; BERTOL, I.; RAMOS, J. C.; WERNER, R. S.; PADILHA, J.; FLORES, M. C.; BANDEIRA, D. H. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1361-1371, 2013.

MEYER, L. D.; HARMON, W. C. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row sideslopes. **Transactions of the ASAE**, v. 22, n. 1, p. 100-103, 1979.

SEGANFREDO, M. L.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 287-291, 1997.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 191-199, 2000.

SOUZA, M. D. de. **Desenvolvimento e utilização de um simulador de chuvas para estudos de atributos físicos e químicos do solo relacionados a impactos ambientais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 20 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 37).

Resposta de cultivares de trigo a níveis de acidez do solo em sucessão a soja

FONTES, M.B.¹; MOREIRA, A.²; MORAES, L.A.C.²; SILVA, S.R.³

¹ UNIFIL, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, marcelo-fontes@hotmail.com; ² Pesquisador, Embrapa Soja;

³ Pesquisador, Embrapa Trigo.

Introdução

A acidez do solo é uma das maiores limitações para a obtenção de bons rendimentos em lavouras de trigo (*Triticum aestivum* L.), o que é agravado pelo fato de esse cereal ser cultivado principalmente em solos ácidos com predominância de prótons H⁺ e Al³⁺ (alumínio trocável) no complexo de troca. A baixa disponibilidade de nutrientes nessas condições prejudica o desenvolvimento das plantas, reduz o sistema radicular e diminui a absorção de nutrientes e água (Moreira & Fageria, 2010). Dentro deste contexto, a seleção de cultivares menos sensíveis à acidez do solo constitui uma forma de minimizar esses problemas, reduzindo a necessidade de adubação e o custo de produção da cultura. Além disso, trabalhos demonstraram a variabilidade entre espécies e variedades de plantas com relação à capacidade de produção da cultura em solo ácidos (Fageria, 2001; Moreira et al., 2017a, 2017b).

Dentro dos sistemas de cultivo, a acidez do solo é um dos principais fatores que influenciam a disponibilidade e absorção de nutrientes. Uma das práticas utilizadas para neutralizar a acidez trocável do solo é a aplicação de calcário, que eleva o pH e aumenta a disponibilidade de nutrientes (Soratto; Crusciol, 2008; Moreira et al., 2015). A escolha e a quantidade do corretivo a ser aplicado depende das características químicas do solo e da cultivar a ser utilizada (Moreira; Fageria, 2010).

Além dos atributos químicos e biológicos do solo, deve-se focar também no potencial de crescimento e na produção das plantas em condições adversas. Isso pode ser feito fazendo uso do programa de melhoramento genético para incorporação de características desejáveis explorando o potencial genético (Fageria; Morais, 1987), visto que as plantas podem ser eficientes e responsivas, não eficientes e responsivas, ineficientes e responsivas e ineficientes e não responsivas a certo nutriente.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de cultivares de trigo (produção de grãos, matéria seca total, número de espiguetas/espiga) após o cultivo da soja em diferentes níveis de calcário aplicado no solo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, localizada na Embrapa Soja, Londrina-PR (23°11'39" S e 51°10'40" W). 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 (Claessen, 1997) antes do cultivo da soja: 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 delineados em esquema fatorial 14 × 2, com quatro repetições, sendo 14 cultivares (BR 18, BR 35, BRS Graúna, BRS Sabiá, BRS Pardela, BRS Sanhaço, CD 118, CD 150, Frontana, IAPAR 29, IPR Catuara, Quartzo, Sonora 63 e Toruk,) e 2 níveis de acidez do solo, que foram calculados antes do cultivo da soja para elevar a saturação por bases a 40% e 70% com calcário dolomítico (27,8% de CaO, 19,6% de MgO e PRNT de 90,5%) e definidos como baixa e alta quantidade de calcário aplicado. Foram utilizados vasos de barro de 3,0 dm³ de solo passado em peneira de 2,0 mm. Antes da semeadura foram aplicados os nutrientes N, P, K, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Trinta dias após a semeadura foi realizada a adubação de cobertura, sendo parcelada com 50 mg kg⁻¹ de K (K₂SO₄) e 50 mg kg⁻¹ de N (ureia). Os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada, para compensar as perdas por evapotranspiração e para manter a umidade do solo próximo de 70% do valor total de poros (VTP). Foram semeadas dez sementes por vaso, e após o desbaste foram deixadas cinco 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 estágio de maturação fisiológica foram quantificados a produção de grãos (PG) e o número de espiguetas por vaso. Foi calculado o incremento na produção (Δ) com a fórmula $\Delta\% = \{[(PG \times 100)/PG_{\text{control}}] - 100\}$. Os resulta-

dos de componentes de produção foram submetidos aos testes de normalidade e também à análise de variância (ANOVA) por meio do teste F a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Na produção de grãos (PG), número de espiguetas/vaso 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 1). A PG variou de 1,1 g/vaso (Frontana) a 2,9 g/vaso (IAPAR 29) na saturação por bases a 40%, com média de 2,4 g/vaso, enquanto para a maior dose de calcário (V=70%), a PG variou de 2,1 g/vaso (Frontana) a 3,6 g/vaso (Toruk), com valor médio de 3,0 g/vaso (Tabela 1). No caso da MSPA e número de espiguetas/vaso essas variações foram de 1,7 (Frontana) a 4,6 (BR 18) e 3,6 (Frontana) a 5,6 (BRS Sabiá); e 42,3 (Frontana) a 130,3 (BR 18) e 69,3 (Frontana) a 141,7 (BRS Sabiá), respectivamente.

Na média das cultivares, a quantidade de calcário aplicado teve um aumento de 25% na PG, o mesmo aconteceu para MSPA (39,4%) e número de espiguetas/vaso (17,2%), que apresentaram correlação positiva e significativa com a PG ($\hat{y} = 0,691 + 1,247 x$, $r = 0,90$ e $\hat{y} = 34,118 + 27,708 x$, $r = 0,79$, $p \leq 0,05$). Fageria (2001) verificaram respostas distintas do arroz (*Oryza sativa*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*) em solos com diferentes níveis de acidez, sendo o mesmo observado por Moreira et al. (2017a) com 15 genótipos de soja.

Tabela 1. Produção de grãos (PG), número de espiguetas, material seca da parte aérea (MSPA), e produção relativa das cultivares de trigo após o cultivo da soja em dois níveis de calcário [V 40% (1,5 t ha⁻¹) e 70% (2.7 t ha⁻¹)]

Cultivar	ESPIGUETA (n°/vaso)		MSPA (g/vaso)		PG (g/vaso)		Δ (%)
	40%	70%	40%	70%	40%	70%	
BR 18	130.3	134.7	4.6	4.8	2.4	3.1	29,2
BR 35	110.7	115.2	3.2	4.4	2.1	2.9	38,1
BRS Graúna	103.7	130.3	3.9	4.3	2.5	3.0	20,0
BRS Pardela	104.3	126.0	3.6	5.1	2.6	3.5	34,6
BRS Sabiá	109.0	141.7	4.0	5.6	2.7	3.4	25,9
BRS Sanhaço	92.0	100.7	2.9	3,5	1.7	2.9	70,6
CD 118	98.0	126.7	3.9	4.2	2.5	3.1	24,0
CD 150	78.7	96.0	3.0	3.9	2.3	2.8	21,7
Frontana	42.3	69.3	1.7	3.6	1.1	2.1	90,1
IAPAR 29	123.7	126.7	4.3	4.6	2.9	3.3	13,8
IPR Catuara	95.7	112.0	4.0	4.7	2.7	3.1	14,8
Quartzo	112.3	137.3	2.9	4.9	2.7	3.3	22,2
Sonora 63	104.7	113.7	4.0	4.3	2.7	2.9	7,0
Toruk	116.0	121.3	3.6	4.6	2.4	3.6	50,0
Média	100.4	117.7	3.5	4.5	2.4	3.0	32,7
Teste F							
Cultivar	*		*		*		
Doses	*		*		*		
Cultivar × Doses	*		*		*		
CV (%)	12,15		9,13		8,87		

*. NS Significativo a 5% probabilidade e não significativo, respectivamente.

Conclusão

As cultivares de trigo apresentaram respostas distintas nos dois níveis de calcário. O incremento da saturação por bases para 70% aumentou em 25% a produção de grãos (PG) de trigo. O mesmo foi observado para o número de espiguetas/vaso e produção de matéria seca da parte aérea (MSPA). A escolha da cultivar de trigo para diferentes condições de acidez do solo é fundamental para o maior sucesso na produção.

Referências

- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).
- FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1419-1424, 2001.
- 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.; LARA, I. C. V.; NOGUEIRA, T. A. R. Differential response of soybean genotypes to lime rates. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 63, p. 1281-1291, 2017a.
- MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; NAVROSKI, D. Lime and micronutrients interaction in soybean genotypes adapted to tropical and subtropical conditions. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 46, p. 792-800, 2017b.
- MOREIRA, A.; SFREDO, G. J.; MORAES, L. A. C.; FAGERIA, N. K. Lime and cattle manure in soil fertility and soybean grain yield cultivated in tropical soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 46, p. 1157-1169, 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.

Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem-asiática da soja, na safra 2018/19, em Londrina, PR

ARAÚJO, L.M.¹; GODOY, C.V.²

¹UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, ludianeemariana@gmail.com; ²Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

A ferrugem-asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é uma das doenças mais severas que incide na cultura da soja, com danos variando de 10% a 90% nas diversas regiões geográficas onde foi relatada (Yorinori et al., 2005; Hartman et al., 2015).

Os sintomas iniciais da doença são pequenas lesões foliares, de coloração castanha a marrom-escura. Na face inferior da folha, pode-se observar urédias que se rompem e liberam os uredósporos. Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, que compromete a formação, o enchimento de vagens e o peso final do grão. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento e de qualidade (Yang et al., 1991).

As estratégias de manejo recomendadas no Brasil para essa doença incluem: a utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada, a eliminação de plantas de soja voluntárias e a ausência de cultivo de soja na entressafra por meio do vazio sanitário, o monitoramento da lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura, a utilização de fungicidas no aparecimento dos sintomas ou preventivamente e a utilização de cultivares resistentes (Tecnologias, 2013).

Desde a safra 2003/04, experimentos cooperativos em rede vêm sendo realizados para a comparação da eficiência de fungicidas registrados e em fase de registro no controle da ferrugem-asiática. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados do experimento realizado em Londrina, PR.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Londrina, PR, na fazenda experimental da Embrapa Soja. A cultivar de soja BRS 1003IPRO, tipo de crescimento indeterminado, grupo de maturação 6.3, foi semeada em 12 de dezembro de 2018, em área com sistema de plantio direto. As sementes foram tratadas com o fungicida Derosal Plus® (carbendazim + Tiram) na dose 200 ml p.c./100 kg de semente e com o inseticida CropStar® (tiocarbe), na dose 200 ml p.c./100 kg de semente. As primeiras aplicações dos tratamentos (Tabela 1) foram realizadas no fechamento do dossel da lavoura, aos 51 dias após a semeadura, na ausência de sintomas de ferrugem-asiática e repetidas em intervalos de 17 e 16 dias após a primeira aplicação, em R4 e R5.3 (Fehr; Caviness, 1981).

Para a aplicação dos produtos foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂, pontas de pulverização XR11002, pressão de 30 libras e volume de calda equivalente a 200 l ha⁻¹. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 12 tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições, sendo cada repetição constituída por parcelas com seis linhas de soja com 5 m de comprimento e espaçadas em 0,45 m, considerando-se as quatro linhas centrais como área útil para aplicação dos tratamentos e para as avaliações.

Foram realizadas avaliações periódicas da severidade da ferrugem-asiática no ensaio a partir de R5.2 (Fehr; Caviness, 1981). As avaliações foram realizadas estimando a severidade nos terços inferior, médio e superior do dossel das plantas, em quatro pontos ao acaso na área útil das parcelas, sendo a média utilizada como a média de severidade da parcela. Quando foi observada desfolha causada pela ferrugem, a severidade foi estimada em 100% para o terço desfolhado para compor a média da parcela. A porcentagem de controle foi estimada em relação à testemunha não tratada com fungicida. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi estimada a partir da integral da curva de progresso da severidade (Shaner; Finney, 1977). Ao final do ciclo, as duas linhas centrais das parcelas foram colhidas com a colhedora de parcelas Wintersteiger, para estimativa da produtividade. A produtividade foi estimada em kg ha⁻¹, a 13% de umidade.

Os dados de severidade, AACPD e produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste estatístico de Tukey, utilizando o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

Tabela 1. Tratamentos para controle da ferrugem-asiática, *Phakopsora pachyrhizi*, na cultura da soja.

TRATAMENTOS	Dose	
	l - kg p.c. ha ⁻¹	g i.a. ha ⁻¹
1. Testemunha	-	-
2. Fezan Gold ¹ (tebuconazol + clorotalonil)	2,5	125 + 1125
3. Aproach Prima ² (picoxistrobina + ciproconazol)	0,3	60 + 24
4. Sphere Max ³ (trifloxistrobina + ciproconazol)	0,2	75 + 32
5. Fusão ⁴ (metominostrobin + tebuconazol)	0,725	79,75 + 119,63
6. Horos ⁵ (picoxistrobina + tebuconazol)	0,5	60 + 100
7. Locker ⁶ (carbendazim + tebuconazol + cresoxim-metílico)	1,25	250 + 125 + 156,25
8. Vessarya (picoxistrobina + benzovindiflupir)	0,6	60 + 30
9. Ativum ⁶ (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapirxad)	0,8	65 + 40 + 40
10. Triziman ³ (mancozebe + azoxistrobina + ciproconazol)	2	1350 + 90 + 60
11. Fox Xpro ³ (bixafen + protioconazol + trifloxistrobina)	0,5	62,5 + 87,5 + 75
12. Cronnos ⁵ (mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol)	2,5	1000 + 66,5 + 83,33

¹Adicionado Agril Super 50ml ha⁻¹; ²Adicionado Nimbus 0,75 l ha⁻¹; ³Adicionado Áureo 0,25% v/v; ⁴Adicionado Iharol Gold 0,25% v/v; ⁵Adicionado Rumba 0,5 l ha⁻¹; ⁶Adicionado Assist 0,5 l ha⁻¹.

Resultados e Discussão

As altas temperaturas no período de janeiro e fevereiro e a baixa precipitação reduziram a ocorrência de doenças nos experimentos. A incidência de ferrugem-asiática foi tardia nos experimentos, com os primeiros sintomas observados no início de formação de vagens.

A cultivar utilizada no experimento (BRS 1003IPRO) é sensível a ciproconazol, mostrando sintomas de fitotoxicidade com engrossamento e enrolamento de folhas. Mesmo com as altas temperaturas, não se observou sintomas de fitotoxicidade com protioconazol no experimento.

A média de severidade na parcela testemunha (T1) em R5.2 (11 dias após a segunda aplicação) foi de 0,38%, com sintomas de ferrugem-asiática somente nas folhas do dossel inferior. Nenhum tratamento apresentou sintoma nessa data de avaliação. Na avaliação realizada em R5.4, aos cinco dias após a terceira aplicação (DAA3), a severidade na testemunha foi de 5,3%,

em média. Apesar da diferença entre tratamentos, a maior severidade média foi de 1,1% (T3) (Tabela 2). Em 5.5, aos 12DAA3, a severidade média no tratamento testemunha evoluiu para 32,2%. Todos os tratamentos apresentaram severidade inferior à testemunha sem fungicida. As maiores severidades foram observadas para os tratamentos com tebuconazol + clorotalonil (T2), picoxistrobina + ciproconazol (T3), metominostrobrina + tebuconazol (T4), carbendazim + tebuconazol + cresoxim-metílico (T7) e piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade (T9). Na avaliação de severidade em R6, aos 19 DAA3, as maiores severidades foram observadas para os tratamentos com carbendazim + tebuconazol + cresoxim-metílico (T7), trifloxistrobina + ciproconazol (T4) e picoxistrobina + ciproconazol (T3). Os demais tratamentos não diferiram entre si.

Para a variável AACPD, que é a integral das avaliações de severidade, os menores valores foram observados para os tratamentos com mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (T12), bixafen + prothioconazol+ trifloxistrobina (T11), mancozebe + azoxistrobina + ciproconazol (T10), picoxistrobina + benzovindiflupir (T8) e picoxistrobina + tebuconazol (T6), com controle variando de 83% a 90%. Os demais tratamentos indicaram similaridade entre si e apresentaram valores de AACPD inferiores a testemunha sem controle.

A incidência tardia da ferrugem-asiática, associada à baixa precipitação e as altas temperaturas no final de ciclo que forçaram a maturação das plantas reduziram a diferenciação de produtividade entre os tratamentos. Somente as produtividades dos tratamentos com mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol (T12) e bixafen + prothioconazol+ trifloxistrobina (T11) diferiram da produtividade do tratamento testemunha sem fungicida, sendo semelhantes aos demais tratamentos.

A produtividade foi baixa em razão das altas temperaturas e da baixa precipitação durante o período de condução do experimento, sendo observado alto abortamento de vagens. A redução de produtividade comparando a testemunha sem fungicida (T1-2146 kg ha⁻¹) e o tratamento com a maior produtividade (T11 - 2841 kg ha⁻¹) foi 24,4%. A correlação entre a produtividade e a AACPD foi de $r=-0,48$ e entre a variável severidade em R6 e a produtividade foi de $r=-0,46$ ($p\leq 0,05$). Os ensaios de ferrugem normalmente apresentam alta correlação entre severidade e produtividade. Essa menor correlação mostra que outros fatores, além da ferrugem-asiática, interferiram na produtividade do ensaio.

Tabela 2. Severidade de ferrugem (%) em R5.4 (cinco dias após a terceira aplicação), R5.5 (12 dias após a terceira aplicação) e R6 (19 dias após a terceira aplicação), porcentagem de controle (%C) em relação a testemunha sem tratamento, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade (PROD) e porcentagem de redução de produtividade em relação ao melhor tratamento (RP) para os diferentes tratamentos.

TRATAMENTOS	SEVERIDADE (%)						PROD								
	R5.4	%C	R5.5	%C	R6	%C	AACPD	%C	kg ha ⁻¹	RP					
1. Testemunha	5,3	a	-	32,2	a	-	76	a	0	538	a	-	2146	b	24,4
2. tebuconazol + clorotalonil ¹	0,5	cdef	90	6	bc	81	22,4	cdef	71	125	bcd	77	2538	ab	10,7
3. picoxistrobina + ciproconazol ²	1,1	bc	79	7,1	b	78	29	bcde	62	160	b	70	2523	ab	11,2
4. trifloxistrobina + ciproconazol ³	1	bcd	81	4,3	bcde	87	30,9	bcd	59	147	bc	73	2648	ab	6,8
5. metominostrobrina + tebuconazol ⁴	0,8	bcde	85	5,8	bc	82	21,6	cdef	72	123	bcd	77	2357	ab	17
6. picoxistrobina + tebuconazol ⁵	0,2	ef	96	2,5	defg	92	21	def	72	93	cde	83	2496	ab	12,2
7. carbendazim + tebuco + cresoxim-metillico ⁶	0,7	bcde	86	7,3	b	77	31,4	bcd	59	167	b	69	2327	ab	18,1
8. picoxistrobina + benzovindiflupir	0,1	f	98	1,9	defg	94	20,4	def	73	86	cde	84	2617	ab	7,9
9. piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapirxad ⁶	0,3	def	93	4,8	bcd	85	25,4	cdef	67	125	bcd	77	2582	ab	9,1
10. mancozebe + azoxistrobina + ciproconazole ³	0,5	cdef	91	1,6	efg	95	15,3	ef	80	69	de	87	2506	ab	11,8
11. bixafen + protioconazol+ trifloxistrobina ³	0,2	ef	96	1,5	fg	95	14,9	ef	80	65	de	88	2841	a	0
12. mancozebe+ picoxistrobina + tebuconazol ⁵	0,3	ef	95	1,2	g	96	11,7	f	85	52	e	90	2836	a	0,2
	22,10%			14,90%			20,70%						8,20%		

Conclusão

Os maiores controles foram observados para os tratamentos com mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol, bixafen + protioconazol + trifloxistrobina, mancozebe + azoxistrobina + ciproconazole, picoxistrobina + benzovindiflupir e picoxistrobina + tebuconazol, com controle variando de 83% a 90%.

A produtividade no experimento deve ser interpretada com ressalva, em razão da baixa correlação com a área abaixo da curva de progresso da doença ($r=-0,48$), provavelmente ocasionado pelo alto abortamento em função da seca.

A cultivar BRS 1003IPRO é sensível a ciproconazol e mostrou sintomas de fitotoxicidade do tipo engrossamento e enrolamento de folhas. Mesmo com as altas temperaturas, não se observou sintomas de fitotoxicidade significativos nas aplicações de protioconazol no experimento.

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. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1981. 12p. (Iowa Cooperative Extensive Service. Special Report, 80).
- HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.). **Compendium of soybean diseases and pests**. 5 ed. St. Paul, Minnesota: APS Press, 2015. p. 56-58.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977. Soja, 2013. 265 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).
- TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa
- YANG, X. B.; TSCHANZ, A. T.; DOWLER, W. M.; WANG, T. C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, v. 81, p. 1420-1426, 1991.
- YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005.

Embrapa

Soja

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 15389