

# *Eventos Técnicos & Científicos*

3

Junho, 2024

RESUMOS EXPANDIDOS

39<sup>a</sup> Reunião de Pesquisa de Soja

26 e 27 de junho de 2024  
Londrina, PR



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

# ***Eventos Técnicos & Científicos***

**3**

**Junho, 2024**

## **RESUMOS EXPANDIDOS**

### **39<sup>a</sup> Reunião de Pesquisa de Soja**

**26 e 27 de junho de 2024  
Londrina, PR**

*Embrapa Soja  
Londrina, PR  
2024*

## **Embrapa Soja**

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

## **Comitê de Publicações da Embrapa Soja**

Presidente: *Adeney de Freitas Bueno*

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

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Fernando Augusto Henning, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Edição executiva: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*

Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*

Organização da publicação: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, Claudine Dinali Santos Seixas*

## **1ª edição**

Publicação digital: PDF

*As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Embrapa.*

*É de responsabilidade dos autores a declaração afirmando que seu trabalho encontra-se em conformidade com as exigências da Lei nº 13.123/2015, que trata do acesso ao Patrimônio Genético e ao Conhecimento Tradicional Associado.*

## **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

---

Reunião de Pesquisa de Soja (39. : 2024 : Londrina, PR).

Resumos expandidos 39ª Reunião de Pesquisa de Soja, Londrina, PR, 26 e 27 de junho de 2024

-- Londrina : Embrapa Soja, 2024.

PDF (195 p.) -- (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 0000-0000 ; 3).

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

CDD (21. ed.) 633.34072

# Comissão Organizadora

## **Presidente**

*Claudine Dinali Santos Seixas*

## **Secretária-executiva**

*Liliane Marcia Mertz-Henning*

## **Secretaria**

*Eliane de Oliveira*

*Juliana Anunciação Magri*

*Simone da Costa Carvalho Melo*

## **Coordenação técnico-científica**

*Alvadi Antonio Babinot Filho (coordenador)*

*Cláudia Vieira Godoy*

*Daniel Ricardo Sosa-Gómez*

*Fernando Storniolo Adegas*

*Francismar Correa Marcelino-Guimarães*

*José de Barros França Neto*

*José Renato Bouças Farias*

*Marcelo Alvares de Oliveira*

*Marco Antonio Nogueira*

*Rodrigo Luis Brogin*

## **Coordenação de captação financeira**

*Luís Carlos Stutz (coordenador)*

*Sandra Maria Santos Campanini*

*Reinaldo Campos*

## **Coordenação de editoração**

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite (coordenadora)*

*Marisa Yuri Horikawa*

*Vanessa Fuzinatto Dall´Agnol*

## **Coordenação de Comunicação**

*Andrea Fernanda Lyvio Vilardo*

*Hugo Soares Kern*

*Lebna Landgraf do Nascimento*

# Apresentação

Neste volume estão publicados os resumos expandidos dos trabalhos técnico-científicos apresentados na 39ª Reunião de Pesquisa de Soja, realizada em Londrina, PR, nos dias 26 e 27 de julho de 2023.

O evento é o principal fórum de pesquisa do complexo agropecuário da soja e tem caráter estritamente técnico. O objetivo é discutir e avaliar os principais avanços e problemas ocorridos na safra, a fim de subsidiar as definições de prioridades de pesquisa e de transferência de tecnologias.

Procurou-se selecionar os trabalhos que versam sobre os temas pré-estabelecidos para as discussões nas comissões técnicas e que efetivamente contribuam para o entendimento das questões agronômicas envolvidas com o tema, bem como aqueles com resultados sobre demandas de pesquisa identificadas nas últimas safras ou demandas relevantes e/ou emergenciais com poucas informações disponíveis.

Ao todo, foram aprovados 52 trabalhos nas sete Comissões Técnicas: Ecologia, Fisiologia e Práticas Culturais (12), Entomologia (6), Fitopatologia (18), Genética e Melhoramento (6), Nutrição Vegetal, Fertilidade e Biologia dos Solos (6), Tecnologia de Sementes (3) e Transferência de Tecnologia e Socioeconomia (2), aqui apresentados.

A 39ª Reunião de Pesquisa de Soja conta com a parceria das seguintes empresas: Agrocom Science Softwares (FitovisionAgridata®), Agrotis Agroinformática, Allbiom Biotecnologia, Associação Paranaense de Produtores de Sementes e Mudanças (Apasem), Forbio Agrociência, Forquímica Agrociência, GDM Genética do Brasil, HB Energia Solar, Instituto Brasileiro de Análises Químicas, Físicas e Biológicas (IBRA), Magno Máquinas e Defensivos Agrícolas, Máquinas Agrícolas Jacto, Monsanto do Brasil (Bayer), Mosaic Fertilizantes do Brasil, NPR Fertilizantes (Biosphera), Oxiquímica Agrociência, Pack Big Bag Industria de Embalagens (Pack Bag), Syngenta Proteção de Cultivos.

***Claudine Dinali Santos Seixas***

Presidente  
Embrapa Soja

***Liliane Marcia Mertz-Henning***

Secretária-Executiva  
Embrapa Soja

# Sumário

## Comissão de Ecologia, Fisiologia e Práticas Culturais..... 10

MONITORAMENTO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA DA SOJA NO PARANÁ - SAFRA 2022/2023..... 11

*Delalibera, H. C.; Possamai, E. J.; Silveira, J. M.*

EFICÁCIA AGRONÔMICA DO REGULADOR DE CRESCIMENTO SIMETRIA, NA CULTURA DE SOJA ATRAVÉS DE PULVERIZAÇÃO FOLIAR..... 15

*Bertoti, F. A. V.; Dovigo, G.; Rossatto, E. W. P.; Watanabe, L. F. M.; Vignola, P. C. P.; Bassetto Junior, N.; Meirelles, L. G.*

ADAPTAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA ÀS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DOS LAVRADOS DE RORAIMA EM ÁREA DE PRIMEIRO ANO DE CULTIVO ..... 18

*Smiderle, O. J.; Gianluppi, G.; Gianluppi, D.; Souza, A. G.*

CARACTERIZAÇÃO DO QUEBRAMENTO DAS HASTES EM SOJA NO PR - PRIMEIRA APROXIMAÇÃO ..... 21

*Neumaier, N.; Meyer, M. C.; Oliveira, M. C. N. de; Sibaldelli, R. N. R.; Crusiol, L. G. T.; Gonçalves, S. L.; Foloni, J. S. S.; Farias, J. R. B.*

SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, ROTAÇÃO COM PLANTAS DE COBERTURA E PRODUTIVIDADE DE SOJA EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO NO OESTE DA BAHIA24

*Nunes, H. B.; Carvalho, K. V.; Vicente, N. G*

LANDSAT NEXT: NOVA PLATAFORMA ORBITAL PARA MONITORAMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA..... 27

*Crusiol, L. G. T.; Sibaldelli, R. N. R.; Nanni, M. R.; Gonçalves, J. V. F.; Furlanetto, R. H.; Gonçalves, S. L.; Moraes, L. A. C.; Foloni, J. S. S.; Mertz-Henning, L. M.; Nepomuceno, A. L.; Neumaier, N.; Farias, J. R. B.*

ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB DÉFICIT HÍDRICO POR MEIO DE IMAGEM MULTIESPECTRAL OBTIDA POR VANT ..... 30

*Crusiol, L. G. T.; Sibaldelli, R. N. R.; Nanni, M. R.; Gonçalves, J. V. F.; Furlanetto, R. H.; Gonçalves, S. L.; Moraes, L. A. C.; Foloni, J. S. S.; Mertz-Henning, L. M.; Nepomuceno, A. L.; Neumaier, N.; Farias, J. R. B.*

ESTABILIDADE PRODUTIVA DE CULTIVARES DE SOJA EM PLINTOSSOLO DO TOCANTINS . ..... 33

*Campos, L. J. M.; Almeida, R. E. M.; Costa, R. V.; Hirose, E.; Zito, R. K.; Mello Filho, O. L.; Santos, J. H. W. M. M.; Evaristo, A. B.*

REFLECTÂNCIAS DE ALGUMAS ÁREAS DE SOJA COM E SEM QUEBRAMENTO DAS HASTES ..... 36

*Gonçalves, S. L.; Neumaier, N.; Meyer, M. C.; Sibaldelli, R. N. R.; Crusiol, L. G. T.; Foloni, J. S. S.; Farias, J. R. B.*

ANÁLISE CLIMÁTICA DO PERÍODO DA SAFRA DE GRÃOS 2023/2024 EM LONDRINA-PR .... 39

*Sibaldelli, R. N. R.; Crusiol, L. G. T.; Gonçalves, S. L.; Silva, B. M. da; Buche, G.; Moraes, L. A. C.; Foloni, J. S. S.; Mertz-Henning, L. M.; Nepomuceno, A. L.; Neumaier, N.; Farias, J. R. B.*

ÉPOCAS DE SEMEADURA PARA REAÇÃO À PODRIDÃO DE GRÃOS DA SOJA..... 42

*Farias Neto, A. L.; Pego, S. P. S.; Lulu, J.; Ramos Junior, E. U.; Costa, D. A. D.; Moreira, E. A.; Gheno, E. N.; Belufi, L. M. R.; Pittelkow, F.; Locatelli, M.; Bergamin, A. C.; Muniz, F.; Tomen, A.; Constatino, E. J.*

## Comissão de Entomologia ..... 47

DIFERENTES DOSES DE INSETICIDAS NO CONTROLE DO PERCEVEJO MARROM *Euschistus heros* (FABR. 1794) NA CULTURA DA SOJA..... 48

*Bellettini, S.; Ciscon, G. P.; Oliveira, L. G. P. de; Silva Junior, M. A.; Meneguetti, L. D.; Carneiro, G. J.*

DISPOSITIVO PARA COLETA DE IMAGENS ESTRUTURADAS DE MOSCA BRANCA *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) PARA O TREINAMENTO DE VISÃO COMPUTACIONAL ..... 51

*Hirose, E.; Santos, J. H. W. M. M.; Juvencio, A.; Gil, H. P. V.; Pinheiro, P. V.*

NOVAS FERRAMENTAS BIOLÓGICAS PARA O CONTROLE DE PERCEVEJO MARROM (*Euschistus heros*) NA CULTURA DA SOJA ..... 54

*Bassetto Junior, N.; Bertoti, F. A. V.; Watanabe, L. F. M.; Meirelles, L. G.; Vignola, P. C. P.; Dovigo, G.; Rossatto, E. W. P.*

EFEITO NO CONTROLE DO COMPLEXO <i>Spodoptera</i> E NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA PELO USO DO PRODUTO MICROBIOLÓGICO BTP 159-21.....	57
<i>Watanabe, L. F. M.; Meirelles, L. G.; Vignola, P. C. P.; Bertoti, F. A. V.; Bassetto Junior, N.</i>	
EFEITO SINÉRGICO ENTRE ISOLADOS DE NUCLEOPOLIEDROVIRUS DE <i>Anticarsia gemmatalis</i> E <i>Alabama argillacea</i> VISANDO O CONTROLE DE <i>A. gemmatalis</i> .....	60
<i>Almeida, A.; Bigaran, A.; Oliveira, M. C. N. de; Sehaber, V. F.; Sosa-Gómez, D. R.</i>	
MÉTODOS DE DELIVERY DE dsRNA PARA ESTUDOS DE SILENCIAMENTO GÊNICO VIA RNAI EM <i>Euchistus heros</i> (PERCEVEJO-MARROM) .....	64
<i>Rosa, J. da; Viana, A. J. C.; Roggia, I.; Moraes, J. S.; Bueno, A. de F.; Marin, S. R. R.; Nepomuceno, A. L.; Mertz-Henning, L. M.</i>	
<b>Comissão de Fitopatologia .....</b>	<b>67</b>
METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO E COMPATIBILIDADE DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS, VISANDO O CONTROLE DE <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> DE SOJA.....	68
<i>Leite, J. A. B. P.; Furlan, S. H.; Bueno, C. J.</i>	
AVALIAÇÃO DE AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO PARA <i>Rhizoctonia solani</i> AG-4 DE SOJA.....	72
<i>Leite, J. A. B. P.; Diogo, M. S.; Bueno, C. J.; Furtado, E. L.</i>	
ANOMALIA DA SOJA: COMO A HISTOPATOLOGIA PODE AJUDAR A ENTENDER ESTE PROBLEMA?.....	76
<i>Leonardi, H.; Bonaldo, S. M.; Santos, C. G. T. dos; Farias, G.; Marques, J. P. R.</i>	
EFICIÊNCIA E PRATICABILIDADE AGRONÔMICA DO FUNGICIDA MICROBIOLÓGICO BOMBARDEIRO NO CONTROLE DE DOENÇAS ( <i>Septoria glycines</i> , <i>Cercospora kikuchii</i> , <i>Colletotrichum truncatum</i> ) NA CULTURA DA SOJA .....	80
<i>Meireles, L. G.<sup>(1)</sup>; Watanabe, L. F. M.<sup>(1)</sup>; Vignola, P. C. P.<sup>(1)</sup>; Bertoti, F. A. V.<sup>(1)</sup>; Bassetto Junior, N.<sup>(1)</sup></i>	
MOMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA E HÁBITO DE CRESCIMENTO DA SOJA NO MANEJO DO MOFO BRANCO.....	84
<i>Chagas, D. F.; Schipanski, C. A.; Penteado, F. G.; Faria, C. M. D. R.; Moccellini, R.</i>	
EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM FUNGICIDAS NA SANIDADE DE PLANTAS DE SOJA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS .....	87
<i>Wruck, D. S. M., Ramos Junior, E. U., Rispoli, A. C.; Kudlawiek, K.; Henning, F. A.; Versari, L. R.; Pinto, A. P. A. C.; Stapazzon, A. S.; Santos, F. F.; Azevedo, J. M. P. M.; Xavier, M. F.; Santos, S. P.; Fiorini, T. M.; Constantino, E. J.; Fenner, K. R.; Reis, V. E. S.; Clamer, E. L. B.; Wruck, T. M.; Ramos, B. M.; Criallesi, R. M. S.</i>	
ESTUDO DE CULTIVARES E ÉPOCAS DE SEMEADURA NA SANIDADE DE PLANTAS DE SOJA.....	90
<i>Wruck, D. S. M., Ramos Junior, E. U.; Rispoli, A. C.; Kudlawiek, K.; Versari, L. R.; Pinto, A. P. A. C.; Santos, F. F.; Xavier, M. F.; Azevedo, J. M. P. M.; Criallesi, R. M. S.; Santos, S. P.; Strapazzon, A. S.; Turra, H. Z.; Fiorini, T. M.; Carvalho, K. V. P.; Wruck, T. M.; Ramos, B. M.; Constantino, E. J.; Sabino, G. M.</i>	
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TÉCNICO DE FUNGICIDAS MICROBIOLÓGICOS NA PROTEÇÃO E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO EM SOJA EM PULVERIZAÇÃO FOLIAR .....	93
<i>Willrich, R. V. R.; Rodrigues, E. M. D. S.; Garaffa, J. P.; Terhorst, T.</i>	
IDENTIFICAÇÃO DE <i>Diaporthe ueckeri</i> NA COLEÇÃO DE MICRORGANISMOS DE INTERESSE PARA A AGRICULTURA DA EMBRAPA SOJA .....	96
<i>Godoy, C. V.; Meyer, M. C.; Marcelino-Guimaraes, F. C.; Costamilan, L. M.; Soares, R. M.; Seixas, C. D. S.</i>	
DENSIDADES POPULACIONAIS DE <i>Pratylenchus brachyurus</i> E <i>Aphelenchoides besseyi</i> NO SISTEMA SOJA-BRAQUIÁRIA-SOJA.....	99
<i>Loreto, R. B.; Camargo, J. F. M.; Favoreto, L.; Meyer, M. C.; Machado, A. C. Z.</i>	
ISOLAMENTO DE FUNGO FITOPATOGÊNICO EM SOJA ( <i>Glycine max</i> ): <i>Sclerotium rolfsii</i> .....	102
<i>Melo, A. M. M. F.; Maia, K. L.; Melo, E. P.</i>	
EMERGÊNCIA DE <i>Diaporthe ueckeri</i> E <i>D. longicolla</i> NA REGIÃO SUL DO BRASIL EM PLANTAS DE SOJA COM SINTOMAS DE QUEBRAMENTO DE HASTE NA SAFRA 2023/2024 .....	104
<i>Mello, F. E. de; Mathioni, S. M.; Jesus, S. P. de; Ecker, G. B.; Guimarães, M. De R. F.; Marques, D. B.; ANTUNES R. F. D.</i>	
IDENTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS EM GRÃOS DE SOJA COM SINTOMAS DE PODRIDÃO .	107

<i>Porto, C.; Zanzarin, D. M.; Almeida, R. T. R.; Areas, D. R.; Macruz, P. D.; Moraes, L. A. C.; Marcelino-Guimarães, F. C.; Godoy, C. V.; Meyer, M. C.; Pilau, E. J.</i>	
VASSOURINHA-DE-BOTÃO ( <i>Spermacoce verticillata</i> ) COMO HOSPEDEIRA ALTERNATIVA E FONTE DE INÓCULO DE MANCHA-ALVO ( <i>Corynespora</i> sp.).....	110
<i>Beluffi, L. M. de R.; Ulsenheimer, I.; Pereira, K. G. S.; Santos, E. P. dos; Pitellkow, F. K.; Santos, M. S.</i>	
AVALIAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE FUNGICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DA SOJA EM LONDRINA E CAMPO MOURÃO, PARANÁ .....	113
<i>Meyer, M. C.; Godoy, C. V.; Bonani, J. C.; Paes, B. L.; Garbiate, M. V.</i>	
AVALIAÇÃO IN VITRO DO POTENCIAL ANTAGONISTA DE <i>Bacillus</i> spp. CONTRA OS FITOPATÓGENOS <i>Colletotrichum truncatum</i> E <i>Cercospora kikuchii</i> .....	117
<i>Nicoletto, M. L. A.; Viera, D. S.; Noriler, S. A.; Oliveira, J. P.; Oliveira, A. G.</i>	
CONTROLE QUÍMICO DO QUEBRAMENTO DE HASTES DE SOJA: ENSAIO DE CAMPO NA SAFRA 2023/2024 .....	120
<i>Batista, T.; Matos, V. O. R. L.; Stacke, R. F.; Mello, F. E. de; Oliveira, L. M.; Hirata, E.; Braga, D. B.</i>	
AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE CONTROLE DA MULTIPLICAÇÃO DE <i>Meloidogyne javanica</i> EM SOJA POR <i>Bacillus</i> spp.....	124
<i>José, F. G. M.; Silva, D. V.; Garcia, A. B.; Lonardoní, E. A.; Oliveira, J. P.; Nicolletto, M. L. A.; Noriler, S. A.; Machado, A. C. Z.; Silva, S. A.; Oliveira, A. G.</i>	
<b>Comissão de Genética e Melhoramento .....</b>	<b>127</b>
AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA PARA REAÇÃO À PODRIDÃO DE GRÃOS DA SOJA... 128	
<i>Farias Neto, A. L.; Pego, S. P. S.; Lulu, J.; Wruck, D. M. S.; Ramos Junior, E. U.; Lopes, I. de O. N.; Costa, D. A. D.; Muller, M. A.; Araújo, F. A.; Kudlawiec, K.; Moreira, E.; Cacique, I. S.; Gheno, E. N.; Beluffi, L. M. R.; Pittelkow, F.; Locatelli, M.; Bergamin, A. C.; Muniz, F.; Tomen, A.; Constatino, E. J.; Oda, M.</i>	
AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE SOJA PARA OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS F1 PARA O SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO .....	133
<i>Aguiar, F. S. B.; Marques, D. J.; Carvalho, A. N. C.; Luiz, A. C. M.; Barreto, C. A. M.; Rabelo, L. N.; Ribeiro, J. B. O.</i>	
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SOJA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NO SUDESTE ACREANO .....	137
<i>Franke, I. L.; Marinho, J. T. de S.; Locatelli, M. C.</i>	
CONSTRUÇÃO DE VETOR CRISPR/Cas COM DUPLO gRNAs PARA EDIÇÃO DE DICOTILEDÔNEAS .....	140
<i>Silva, A. M. V.; Souza, E. M. G.; Marin S. R. R.; Nepomuceno, A. L.; Mertz-Henning, L. M.</i>	
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE LINHAGENS EDITADAS DE SOJA PARA SILENCIAMENTO GÊNICO DA LECTINA NO GRÃO .....	144
<i>Souza, E. M. G.; Silva, A. M. V.; Kafer, J. M.; Mertz-Henning, L. M.; Foloni, J. S. S.</i>	
COMPETIÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA COM TECNOLOGIA INTACTA 2 XTEND® NO MÉDIO-NORTE DE MATO GROSSO .....	147
<i>Ramos Junior, E. U.; Moschen, C. J.; Franceschini, D. F. N.; Wruck, D.S.M.</i>	
<b>Comissão de Nutrição Vegetal, Fertilidade e Biologia dos Solos .....</b>	<b>150</b>
É VIÁVEL REDUZIR A ADUBAÇÃO NA SOJA EM UM CENÁRIO DE ALTA DOS PREÇOS DOS FERTILIZANTES? .....	151
<i>Calonego, J. C.; Silva, A. O. da; Moraes, M. F. de; Silva, G. F. da; Farias, B. R. R.; Robis, G. M.; Soares, J. R. B.</i>	
MOBILIDADE DO BORO NA SOJA: ESTUDO DE CASO NA ANATOMIA DO NÓDULO.....	154
<i>Santos, Y. G.; Oliveira, G. R.; Oliveira, R. H. F.; Tezotto, T.; Marques, J. P. R.</i>	
MANEJO DE NUTRIÇÃO FOLIAR COM BORO E EXTRATO DE ALGAS NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA .....	157
<i>Pereira, M. H. B.; Pinto, S. S.; Macieira, G. A. A.</i>	
ESTIMATIVA DO POTÁSSIO FOLIAR NA CULTURA DA SOJA POR IMAGENS AÉREAS	

MULTISPECTRAIS .....	160
<i>Gonçalves, J. V. F.; Nanni, M. R.; Crusiol, L. G. T.; Sibaldelli, R. N. R. Furlanetto, R. H.; Oliveira Junior, A. de; Castro, C. de; Oliveira, F. A. de</i>	
ASSOCIAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E SILÍCIO PROMOVE PRODUTIVIDADE NA SOJA EM CONDIÇÕES DE SECA.....	164
<i>Araújo, F. A.; Marques, D. J.; Bortonio, M. V. M.; Stürmer, S. L.; Diotto, A. V.; Mazzutti, M. V.</i>	
DIFERENTES FONTES FOSFATADAS E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DA SOJA ...	168
<i>Moraes, L. A. A.; Rodrigues, M.; Hansel, F. D.; Puga, A.; Reis, J.; Silva, P. A. S; Moreau, M.; Mantovani, F.</i>	
<b>Comissão de Tecnologia de Sementes .....</b>	<b>171</b>
CONTEÚDO DE LIGNINA DAS CULTIVARES E LINHAGENS DE SOJA DA EMBRAPA SAFRA 2022/2023 .....	172
<i>Krzyzanowski, F. C.; Petek, M. R.; Pereira, A. F.; França-Neto, J. B.; Henning, F. A.</i>	
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE SOJA COM DIFERENTES DANOS NAS SEMENTES.....	176
<i>Bruinsma, M. S.; Posser G. F.; Pieper, M. S.; Gregorio, L. G. F.; Botelho, I. B.; Meneghello, G. E.</i>	
DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA DE SOJA: INTERAÇÃO ENTRE MOMENTO E MÉTODO DE DESFOLHA SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES.....	179
<i>Bagateli, J. R.; Bagateli, R. M.; Villela, F. A., Meneghello, G. E.</i>	
<b>Comissão de Transferência de Tecnologia e Socioeconomia .....</b>	<b>182</b>
SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO: AGRICULTURA BRASILEIRA E SUAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS .....	183
<i>Cunha, R. C.; Espindola, C. J.</i>	
A PARTICIPAÇÃO DA SOJA NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS COM LAVOURAS TEMPORÁRIAS NO BRASIL.....	186
<i>Lima, D.; Oliveira, A. B. de; Prando, A. M.; Carnevalli, R. A.; Borges, R. S.</i>	
<b>Índice de Autores .....</b>	<b>190</b>



# **Comissão de Ecologia, Fisiologia e Práticas Culturais**

1

## MONITORAMENTO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA DA SOJA NO PARANÁ - SAFRA 2022/2023

DELALIBERA, H. C.<sup>(1)</sup>; POSSAMAI, E. J.<sup>(1)</sup>; SILVEIRA, J. M.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>IDR-Paraná; <sup>(2)</sup>Embrapa Soja.

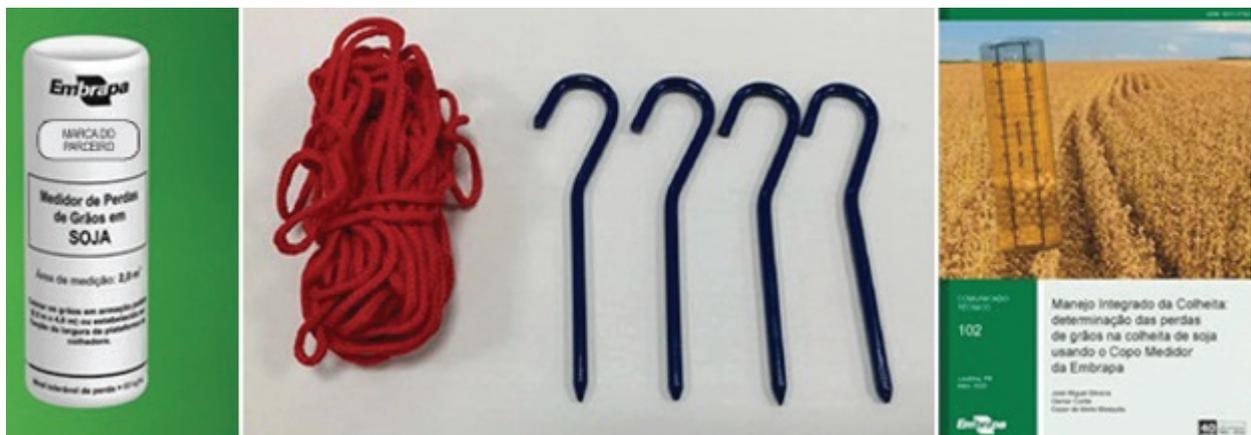
### Introdução

Nas lavouras de soja, as perdas durante a colheita frequentemente excedem o limite recomendado pela Embrapa Soja de uma saca (60 kg) por hectare. Isso se deve, em grande parte, à utilização de velocidades de deslocamento incompatíveis com as condições da lavoura e, principalmente, pela não capacitação regular dos operadores (Mesquita et al., 2011). Para reduzir as perdas, diversos cuidados durante o processo de colheita devem ser adotados, como manter uma velocidade de avanço da colhedora entre 4,0 km/h<sup>-1</sup> e 6,5 km/h<sup>-1</sup> o que otimiza o índice de alimentação dos sistemas da máquina, ou seja, a quantidade de produto processado por tempo. Velocidades excessivas de avanço da máquina estão frequentemente associadas a altas taxas de perdas na colheita de soja (Silveira et al., 2022). O Copo Medidor de Perdas, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa na década de 1980, é uma ferramenta eficaz para determinar a quantidade de grãos que não estão sendo coletados pela colhedora, visando realizar intervenções para a redução das perdas. O método é considerado rápido, prático e eficiente, não requerendo a interrupção da operação de colheita desde que as perdas se situem abaixo do nível de tolerância de um saco de 60 kg/ha.

Este trabalho teve como objetivo analisar e descrever os resultados obtidos em 386 levantamentos de perdas na colheita da soja realizados em propriedades rurais do estado do Paraná - safra 2022/2023, usando o método do Copo Medidor da Embrapa.

### Material e Métodos

As ações de aferição das perdas de grãos na colheita de soja por parte de Embrapa datam da década de 70, antes do lançamento do trabalho original que deu origem ao Copo Medidor da Embrapa (Mesquita; Gaudêncio, 1982). A denominação de “Monitoramento Integrado da Colheita da Soja (MIC-Soja)” foi estabelecida durante a safra 2018/2019, no estado do Paraná, por meio de uma ação conjunta entre o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR - EMATER (IDR-Paraná) e a Embrapa Soja, com o intuito de quantificar e identificar os eventuais fatores que contribuem para as perdas de grãos durante o processo de colheita. O procedimento de levantamento dos dados de campo foi baseado no método de estimativa das perdas de grãos por meio do Copo Medidor de Perdas da Embrapa (Figura 1).



**Figura 1.** Kit Perdas - conjunto composto por um Copo Medidor de Perdas da Embrapa, um Manual Técnico, uma Armação de 2,0 m<sup>2</sup> e quatro pinos para a fixação da armação no solo.

Desta forma, o IDR-Paraná envolveu vários profissionais da extensão e abrangeu diferentes regiões e municípios do estado, somando um montante de 386 talhões monitorados durante a safra 2022/2023 (Tabela 1). Em todos os talhões amostrados foram coletadas três subamostras para calcular a média das perdas totais de grãos durante a colheita.

**Tabela 1.** Dados dos talhões amostrados, incluindo número de amostras, média da área total cultivada pelo agricultor, média da área do talhão amostrado e produtividade média do talhão amostrado, separados por regionais do IDR-Paraná, safra 2022/2023.

Regional	Macrorregião	Número de amostras coletadas	Média da área total cultivada (ha)	Média da área do talhão amostrado (ha)	Média de produtividade (sacos/ha)
Apucarana	Norte	5	40,9	9,8	68,0
Londrina	Norte	9	230,3	46,3	65,5
Cornélio Procópio	Norte	20	31,1	10,4	65,8
Dois Vizinhos	Sudoeste	20	30,1	11,4	73,7
Francisco Beltrão	Sudoeste	217	26,9	8,6	67,5
Pato Branco	Sudoeste	4	66,8	13,8	74,3
Campo Mourão	Noroeste	35	24,7	14,5	74,1
Cianorte	Noroeste	10	168,6	24,8	66,7
Laranjeiras do Sul	Oeste	4	19,1	8,0	80,3
Cascavel	Oeste	29	54,9	14,9	71,8
Curitiba	Leste	3	30,0	7,3	57,7
Ponta Grossa	Centro-Sul	30	33,7	10,3	66,5
<b>Total</b>		<b>386</b>	<b>63,1</b>	<b>15,0</b>	<b>69,3</b>

## Resultados e Discussão

O monitoramento das perdas na colheita de soja para o ano agrícola 2022/2023 apresentou uma média de perdas de 1,28 sacas por hectare, ou seja, 16,8 kg/ha<sup>-1</sup> de desperdício, além dos 60 kg/ha considerados como aceitáveis. Isso representa aumento das perdas em comparação com os levantamentos realizados nos MIC-2019/2020 (Conte et al., 2020) e MIC-2018/2019 (Conte et al., 2019), que registraram perdas de 1,05 kg/ha<sup>-1</sup> e 1,17 kg/ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Além disso, em termos de estimativa média de perdas em relação à produtividade por hectare, o valor apresentado corresponde a 1,9% da estimativa de produtividade das áreas avaliadas. A Tabela 2 apresenta as médias de perdas na colheita em sacas de 60 kg/ha<sup>-1</sup> e a porcentagem de perdas em relação à produtividade das áreas para o estado do Paraná. As maiores perdas ocorreram nas macrorregiões oeste, noroeste e centro-sul, todas acima da média estadual. Além disso, o impacto econômico das perdas é mais preocupante nas regiões oeste e centro-sul, que apresentaram porcentagens de perdas em relação à produtividade local acima da média estadual.

**Tabela 2.** Médias das estimativas de perdas durante a colheita da soja para cada macrorregião do estado do Paraná, na safra 2022/2023, em sacas por hectare e em porcentagem com relação a produtividade do talhão.

Macrorregião	Média das Perdas (sacos/ha)	Média das perdas em relação à produtividade da área (%)
Norte	1,15	1,7
Sudoeste	1,22	1,8
Noroeste	1,42	1,9
Oeste	1,71	2,3
Leste	0,71	1,2
Centro-Sul	1,33	2,1
<b>Média estadual</b>	<b>1,28</b>	<b>1,9</b>

Os dados da safra 2022/2023 indicaram aumento nas perdas médias em comparação com a safra 2019/2020, quando as perdas médias estaduais foram de 1,05 sacos por hectare (Conte et al., 2020). As regiões noroeste e oeste apresentaram aumento de perdas de 0,67 e 1,38 sacos por hectare na safra 2019/2020, respectivamente, resultando em aumento das perdas em comparação com a safra 2022/2023. De acordo com Conab (2023), a safra 2022/2023 foi impactada por adversidades climáticas, incluindo baixas temperaturas na implantação das lavouras e chuvas durante a colheita, o que afetou a qualidade dos grãos e atrasou o término da colheita, podendo ter contribuído com o aumento das perdas na colheita, conforme verificado neste levantamento. Analisando os dados deste levantamento de maneira aprofundada, de forma geral para o estado, verificou-se que entre as 386 áreas avaliadas em 2023, apenas cinco amostras apresentaram perdas significativamente elevadas, variando de 4,33 sacos por hectare (4,4% da produtividade) e 8,33 sacos por hectare (9,7% da produtividade), as quais foram estatisticamente consideradas como discrepantes e, portanto, foram excluídas das análises subsequentes. Em relação à variável treinamento/capacitação do operador observou-se que a mesma teve efeito na prevenção das perdas. Neste levantamento foi observado que 33,9% do total dos operadores realizou algum treinamento. A comparação entre os operadores com algum treinamento com aqueles que não receberam nenhum tipo de treinamento demonstrou que houve diferença significativa entre ambos com relação às perdas de grãos durante a colheita. As perdas médias foram de 1,06 sacos por hectare para a colheita realizada por operador treinado e 1,40 sacos por hectare para colheita realizada por operador sem treinamento (Tabela 3). Assim, foi constatado uma redução média de 0,34 saco por hectare ou 0,55% da produtividade quando a colheita foi realizada por operador que já havia sido treinado.

**Tabela 3.** Comparação das perdas de grãos (em sacas por hectare e em porcentagem de perdas em relação à produtividade do talhão) durante a colheita quanto à origem da colhedora e para a condição do operador.

Origem da máquina / Condição do operador	Perdas	
	(sacos/ha)	(%)
Própria / com treinamento <sup>1</sup>	1,05 a	1,51 a
Terceirizada / com treinamento <sup>1</sup>	1,10 ab	1,63 ab
Própria / sem treinamento <sup>1</sup>	1,37 bc	2,05 b
Terceirizada / sem treinamento <sup>1</sup>	1,47 c	2,18 b
Colheita com máquina própria <sup>2</sup>	1,24 ns <sup>3</sup>	1,81 ns
Colheita terceirizada <sup>2</sup>	1,38 ns	2,04 ns
Operador com treinamento <sup>2</sup>	1,06 a	1,53 a
Operador sem treinamento <sup>2</sup>	1,40 b	2,08 b

<sup>1</sup> Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls  $p < 0,05$ ; <sup>2</sup> Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste t; <sup>3</sup> ns, não significativo.

## Conclusão

A realização de treinamento dos operadores é fator relevante para promover a redução das perdas e a eliminação dos desperdícios de grãos durante a colheita da soja. Essa constatação é válida mesmo para operadores que realizaram treinamentos há bastante tempo, visto que os fundamentos básicos de regulagem e operação das máquinas ainda permanecem os mesmos. A qualificação dos operadores possibilita o exercício de suas funções com maior qualidade, no que se refere às regulagens das colhedoras e da execução da operação, garantindo maior eficiência na colheita da soja e, por conseguinte, na redução de perdas de grãos.

## Referências

- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, safra 2023/24, primeiro levantamento, v. 11, n. 1, outubro 2023. 125 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 10 out. 2023.
- CONTE, O.; POSSAMAI, E. J.; CECERE FILHO, P. **Resultados do monitoramento integrado da colheita da soja na safra 2019/2020 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 28 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 168).
- CONTE, O.; SILVEIRA, J. M.; POSSAMAI, E. J.; HARGER, N. **Resultados do monitoramento integrado da colheita da soja na safra 2018/2019 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 26 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 157).
- MESQUITA, C. de M.; GAUDENCIO, C. de A. Medidor de perdas na colheita de soja e trigo. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. 8p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 15).
- MESQUITA, C. de M.; COSTA, N. P. da; MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, J. G. M. de; FRANÇA NETO, J. de B.; SILVA, J. G. da; FONSECA, J. R.; GUIMARAES SOBRINHO, J. B. **Monitoramento das perdas de grãos na colheita de soja**. 21. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 14 p.
- SILVEIRA, J. M.; CONTE, O.; MESQUITA, C. de M. **Manejo integrado da colheita**: determinação das perdas de grãos na colheita de soja usando o copo medidor da Embrapa. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 35 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 102).

## EFICÁCIA AGRONÔMICA DO REGULADOR DE CRESCIMENTO SIMETRIA, NA CULTURA DE SOJA ATRAVÉS DE PULVERIZAÇÃO FOLIAR

BERTOTI, F. A. V.<sup>(1)</sup>; DOVIGO, G.<sup>(1)</sup>; ROSSATTO, E. W. P.<sup>(1)</sup>; WATANABE, L. F. M.<sup>(1)</sup>; VIGNOLA, P. C. P.<sup>(1)</sup>; BASSETTO JUNIOR, N.<sup>(1)</sup>; MEIRELLES, L. G.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Biotrop Soluções Biológicas LTDA, Santo Antônio de Posse, SP.

### Introdução

Reguladores vegetais são compostos orgânicos que, em pequenas quantidades, modificam processos morfológicos e fisiológicos das plantas. Sendo os principais reguladores pertencentes aos grupos das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno. As células vegetais precisam constantemente regular seus níveis celulares de auxina para garantir o crescimento e o desenvolvimento ideal (Yang et al., 2015; Casanova-Sáez; Voss, 2019), visando incremento em produtividade e reduzir o problema de acamamento nas lavouras de soja, evitando assim prejuízos (Cato; Castro, 2006).

A auxina é o principal fitormônio responsável por regular o desenvolvimento das plantas e sua forma mais comum é o ácido indol-3-acético (AIA), do qual seu precursor é o aminoácido triptofano. Ela age controlando tanto a morfogênese quanto as respostas adaptativas.

De acordo com Casanova-Sáez e Voss (2019), essa regulação ocorre de maneira dependente da dose, o que significa que é crucial regular sutilmente a concentração de auxina em células, tecidos e órgãos vegetais. São necessários baixos níveis de auxina para o alongamento da raiz, visto que, em altas concentrações, ela inibe o crescimento desse órgão. O transporte das auxinas em órgãos aéreos é polar, e se faz do ápice para a base (basípeta) (Barata et al., 2002; Taiz; Zeiger, 2004; Floss, 2008).

O presente experimento teve como objetivo avaliar a eficiência e viabilidade agronômica do regulador de crescimento Simetria (Ácido indolacético 0,03 g/L), sobre o incremento de produtividade na cultura da soja (*Glycine max L.*).

### Material e Métodos

Os experimentos foram realizados utilizando a mesma metodologia em duas diferentes localidades. O primeiro foi em Ourinhos, SP, localizado nas coordenadas 22° 57' 37,7" S; 49° 57' 31,1" O e a uma altitude de 439 metros, em Nitossolo Vermelho Eutrófico, utilizando a cultivar DM 66168 IPRO, recomendada para a região. O segundo experimento ocorreu em Andirá, PR, nas coordenadas 22° 58' 46,3" S; 50° 19' 31,2" O e altitude de 417 metros, em Latossolo Vermelho Eutrófico, utilizando a cultivar BMX Valente 6968 RSF RR. Ambos os experimentos seguiram um espaçamento de 0,50 metros entre linhas, com distribuição de 12 sementes por metro linear, resultando em uma densidade populacional de aproximadamente 240.000 plantas por hectare.

Estes estudos foram organizados em delineamento de blocos ao acaso (DBC), incluindo seis tratamentos e quatro repetições, com as parcelas ocupando uma área útil de 18,00 m<sup>2</sup> (3,0 m x 6,0 m). Os tratamentos aplicados foram: 1. Testemunha, 2. Stimulate a 250 mL p.c./ha, 3. Simetria a 50 mL p.c./ha, 4. Simetria a 100 mL p.c./ha, 5. Simetria a 200 mL p.c./ha, e 6. Simetria a 400 mL p.c./ha. As aplicações foliares dos tratamentos Simetria e Stimulate foram realizadas no estádio fenológico V4/V5, segundo a escala de Ritchie et al. (1982).

As avaliações de número de vagens por plantas e de número de grãos por vagem foram realizadas aos 114 dias após emergência da cultura. A produtividade foi mensurada através da massa de grãos obtidas pela colheita de 8 m<sup>2</sup> de cada unidade experimental pesadas em balança analítica, posteriormente foi padronizado a 13% de umidade dos grãos e extrapolado o valor para kg/ha e realizada a avaliação de peso de 1000 grãos (PMG).

A análise estatística foi realizada de forma conjunta para ambos os experimentos no programa ARM, sendo utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Analisando os resultados obtidos nos parâmetros avaliados, é possível identificar o tratamento Simetria aplicado na dose de 100 mL p.c./ha como a dose mínima a ser recomendada, cujas doses maiores não apresentaram incremento significativo na eficiência (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de 1000 grãos (PMG) em g, produtividade (PROD) em kg/ha e o incremento em relação à testemunha sem aplicação (IR) em %, obtidos nos experimentos de avaliação da eficiência e praticabilidade agrônômica do regulador de crescimento Simetria, na cultura da soja, através de aplicação foliar.

Tratamentos	Dose (ml/ha)	NVP	NGV	PMG (g)	PROD (kg/ha)	IR (%)
1. Testemunha	0	43,26 c	2,20 a	174,49 a	3092,63 b	-
2. Stimulate	250	47,95 ab	2,24 a	176,71 a	3575,62 a	15,61
3. Simetria	50	44,09 bc	2,21 a	175,78 a	3159,93 b	2,17
4. Simetria	100	48,20 a	2,24 a	176,52 a	3620,48 a	17,06
5. Simetria	200	47,86 ab	2,22 a	176,67 a	3630,90 a	17,40
6. Simetria	400	47,70 ab	2,20 a	177,31 a	3605,18 a	16,57
<b>C.V. (%)</b>		<b>5,5</b>	<b>2,3</b>	<b>1,7</b>	<b>5,6</b>	

Média de quatro repetições por tratamento. Valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Milléo e Monferdini (2004) observaram que, na cultura da soja, o número de vagens por planta (NVP) e peso de 1000 grãos (PMG) nos tratamentos com Stimulate® foram maiores que na testemunha, seguindo de encontro com o resultado obtido da variável número de vagens por planta, em ambos os experimentos, os tratamentos T2, T4, T5 e T6, apresentaram incremento em relação à testemunha, assemelhando-se estatisticamente entre si e superior a testemunha. Já para a variável peso de 1000 sementes, foi constatada apenas uma diferença numérica, sendo superiores a testemunha (Tabela 1).

O número de grãos por vagem (NGV) (Tabela 1), foi superior nos tratamentos com as menores concentrações de ácido indol-butírico e ácido indolilacético. Esses resultados contrastam com os obtidos em trabalhos anteriores. Em um trabalho similar testando oito fitoreguladores em plantas de soja (cv. BRS 184) não foi constatada influência sobre o número de grãos por vagem (Campos, 2005).

A produtividade (PROD) foi influenciada positivamente com aumento de 538 kg/ha entre o melhor tratamento T5 e a testemunha. O tratamento T3 apresentou baixo incremento em relação à testemunha, assemelhando-se estatisticamente com a mesma e diferindo dos tratamentos com reguladores de crescimento citados anteriormente.

Esse resultado pode ser explicado por Jiang et al. (2020) que, ao estudarem a diferença de concentração de auxina envolvida no desenvolvimento do caule em soja, apontam que a auxina regula a divisão celular e alongamento das células por meio de sua concentração e, em seguida, molda a arquitetura da planta. Os autores argumentam que diferentes alturas de plantas e resistência ao acamamento são consequência da divisão celular e do alongamento, que forma o entrenó da soja. Essa característica pode ser observada nos tratamentos que apresentaram o melhor desempenho, T2, T4, T5 e T6 aplicados no Estádio Fenológico V4 (Escala de Ritchie).

## Conclusão

Com base nos resultados obtidos e nas condições de realização do presente experimento permitiu concluir que o regulador de crescimento Simetria, aplicado nas doses de 100, 200 e 400 mL p.c./ha, pode ser indicado para o incremento de produtividade, na cultura da Soja, através de aplicação foliar.

A cultura da soja não apresentou nenhum sintoma aparente de fitotoxicidade com a aplicação dos produtos testados.

## Referências

- BARATA, R. M.; CHABREGAS, S. M.; KLUGE, R. A. Biossíntese de auxina e giberelinas. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. (org.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p. 49-62.
- CAMPOS, M. F. Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de planta de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 2005. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- CASANOVA-SÁEZ, R.; VOSS, U. Auxin metabolism controls developmental decisions in land plants. **Trends in Plant Science**, v. 24, n. 8, p. 741-754, 2019. DOI: 10.1016/j.tplants.2019.05.006.
- CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. Redução da estatura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5-triodobenzóico. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 981-984, 2006.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. 4. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2008. 733 p.
- JIANG, H.; SHUI, Z.; XU, L.; YANG, Y.; LI, Y.; YUAN, X.; SHANG, J.; ASGHAR, M. A.; WU, X.; YU, L.; LIU, C.; YANG, W.; SUN, X.; DU, J. Gibberellins modulate shade-induced soybean hypocotyl elongation downstream of the mutual promotion of auxin and brassinosteroids. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 150, p. 209-221, 2020. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.02.042.
- MILLÉO, M. V. R.; MONFERDINI, M. A. Avaliação da eficiência agrônômica de diferentes dosagens e métodos de aplicação de Stimulate® em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. 1344 p.
- RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University, Science and Technology Cooperative Extension, 1982. 20 p. (Special Report, 53).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

## ADAPTAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA ÀS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DOS LAVRADOS DE RORAIMA EM ÁREA DE PRIMEIRO ANO DE CULTIVO

SMIDERLE, O.J.<sup>(1)</sup>; GIANLUPPI, G.<sup>(2)</sup>; GIANLUPPI, D.<sup>(1)</sup>; SOUZA, A.G.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Roraima, Boa Vista, RR; <sup>(2)</sup>6G Inteligência; <sup>(3)</sup>UNINGÁ

### Introdução

Ensaio de adaptação de materiais às condições edafoclimáticas dos locais onde se pretende recomendar cultivo de tais cultivares é a etapa inicial para, além de ter certeza no que se está recomendando ao produtor, evitar problemas futuros, bem como perda da confiança do produtor rural na empresa produtora da semente.

Os lavrados de Roraima são considerados a última fronteira agrícola do Brasil, com potencial de cultivo de cerca de mais de 3 milhões de hectares. Suas características de solo e, principalmente, clima, permitem que o estado produza na entressafra brasileira de soja, ou seja, plante-se em final de abril e maio e colhe-se no final de agosto e setembro, que, historicamente, é época de melhores preços para comercialização. Além disso, segundo trabalhos da Embrapa Roraima, as cultivares utilizadas neste estado podem apresentar maior teor de óleo e proteína em relação a quando plantadas em outras regiões produtoras do Brasil.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo verificar adaptação de cinco cultivares, em condições de área de 1º ano de cultivo nos lavrados de Roraima.

### Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Passarão, cita à margem direita da BR 401, km 52, município de Bonfim, Roraima. As coordenadas do experimento foram 03°03'46,83" N, 60°21'41,75" W.

A área utilizada era lavrado original até o ano de 2021, quando foi destocada e dessecada com 2,0 L ha<sup>-1</sup> de Roundup 380 e 50 mL ha<sup>-1</sup> de Samer (antiespuma e redutor de pH). Após foi plantado com plantadeira uma mistura de *Megathyrsus maximus* cv. BRS Massai (3,0 kg ha<sup>-1</sup>, VC 80) e *Urochloa brizantha* cv. MG. 13 Braúna (4 kg ha<sup>-1</sup>, VC 70), 100 kg ha<sup>-1</sup> de adubo NPK de 4-30-10 e 25 kg ha<sup>-1</sup> de Fertimacro 180 (52% de CaO e 33% de MgO) no sulco de plantio com espaçamento de 50 cm. No mês de abril/23 a área foi dessecada com 2,5 L ha<sup>-1</sup> de Cruscial (gli-phosphate 560), 0,8 L ha<sup>-1</sup> de Solvepro (óleo mineral) e 50 mL ha<sup>-1</sup> de Samer.

A Tabela 1 apresenta os teores de macro e micronutrientes determinados no solo da área do experimento. A análise granulométrica do solo realizada por gravimetria indicou: Argila 275 g kg<sup>-1</sup>; Silte 129 g kg<sup>-1</sup> e Areia 596 g kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Teores de macro e micronutrientes existentes no solo antes da correção.

MO	pH	K+	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na+	Al <sup>3+</sup>	H+AL	CTC	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g/dm <sup>3</sup>	-	mmolc/dm <sup>3</sup>						mg/dm <sup>3</sup>							
10	5,1	1	13	2	0,3	0	29	45,3	3,8	16	0,49	1,7	20	110	0,5

\*pH em água; K, Ca, Mg em Resina, Na, P, Cu, Fn, Mn e Zn por Melich II, Al por KCl 1M, S Fosfato de cálcio e B por água quente.

Com base nessas análises e nas recomendações feitas por Smiderle (2019), fez-se a correção do solo. Em março de 2023 foi aplicado 2,5 t de calcário (PRNT 72%, CaO 32% e MgO 7%). No final de abril foi passado grade 28" para incorporar o calcário de forma superficial (5-8 cm) e posteriormente uma grade niveladora 24".

A adubação consistiu em 180 kg ha<sup>-1</sup> de KCl, 50 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12, 50 kg ha<sup>-1</sup> de Produbor pré-plantio, 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 00-30-05 +20Ca + 7S + 0,10B + 0,15Mn +0,10Cu no plantio e 150 kg ha<sup>-1</sup> de Kmag 00-00-21 + 21S + 10Mg aos 25 DAE (V5-V6). O mesmo foi realizado no dia 01/06/2023. Assim, temos a composição da adubação, conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Fertilizantes, doses e quantidades de nutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) adicionados 2023

Fertilizante	Dose	N	P2O5	K2O	Ca	Mg	S	Zn	B	Mn	Cu	Co	Mo
FTE BR 12	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	0,90	2,00	0,50	0,05	0,05
KMag 00.00.20,5 21 S 10,5Mg	150	0	0	30,75	0	15,75	31,5	0	0	0	0	0	0
KCL 00.00.60	180	0	0	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produbor - 10B + 25MgO	50	0	0	0	0	7,5	0	0	5	0	0	0	0
NPK 00.30.04 20Ca + 7S	400	0	120	16	80	0	28	0	0,4	0,6	0,4	0	0
<b>Total</b>		<b>0,00</b>	<b>120</b>	<b>155</b>	<b>80</b>	<b>23</b>	<b>60</b>	<b>3,50</b>	<b>6,30</b>	<b>2,60</b>	<b>0,90</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>

\*Não contabilizada a quantidade de Ca<sup>++</sup> e Mg<sup>++</sup> adicionada via calcário.

A pluviometria constatada, do plantio a colheita do ensaio, registrou que choveu 556,5 mm, distribuídos, 241,5 em junho, 277 em julho e 38 em agosto.

**Sementes:** Da recepção até o dia anterior ao plantio, permaneceram em uma sala com ar condicionado ligado em 24°C. Para tratamento de sementes foram utilizados os produtos e doses: Direto nas sementes, primeira etapa: Standak Top – 5 mL kg<sup>-1</sup> de semente; Prêmio – 2 mL kg<sup>-1</sup> de semente; Upseed (CoMoNi+C org) – 3 mL kg<sup>-1</sup> de semente. Segunda etapa: Calda 10% de açúcar – 5 mL kg<sup>-1</sup>; Inoculante turfoso – 0,08 doses kg<sup>-1</sup>

No sulco de plantio, com jato dirigido no sulco, foram utilizados: Nemacontrol (*Bacillus amylo-lichefaciens*) - 0,15 L ha<sup>-1</sup>; BiomaBrady (*Bradyrhizobium japonicum*) – 20 doses ha<sup>-1</sup>; BiomaMais (*Azospirillum brasilensis*) – 1 dose ha<sup>-1</sup>; Volume de calda utilizado – 72 L ha<sup>-1</sup>

A fim de controle de pragas, doenças e ervas daninhas, além de auxiliar na fisiologia da planta, foram feitas aplicações:

Em V3: Cruscial 2,0 L ha<sup>-1</sup>; Kellus Tonus (CoMoNi + C org) – 0,3 kg ha<sup>-1</sup>; Monaris – 0,3 L ha<sup>-1</sup>; Maxcell – 0,15 L ha<sup>-1</sup>; Óleo mineral – 0,5 L ha<sup>-1</sup>; Bico duplo Leque 11002 vazão 110 L ha<sup>-1</sup>.

Em R1: Mesic – 0,4 L ha<sup>-1</sup>; Vircontrol – 0,05 kg ha<sup>-1</sup>; Bioma FX – 0,3 L ha<sup>-1</sup>; Progibb 0,005 kg ha<sup>-1</sup>; Óleo mineral – 0,3 L ha<sup>-1</sup>; Bico duplo Leque 11002 vazão 110 L ha<sup>-1</sup>.

Em R5.1: Volna – 0,3 L ha<sup>-1</sup>; Pirate 0,5 L ha<sup>-1</sup>; Vircontrol – 0,05 kg ha<sup>-1</sup>; Metomil 215 – 1,2 L ha<sup>-1</sup>; Talisman – 0,5 L ha<sup>-1</sup>; Óleo mineral – 0,5 L ha<sup>-1</sup>.

Em função da estiagem (parada abrupta das chuvas) na região, não foram realizadas mais aplicações de fungicidas.

Foram avaliadas cinco cultivares, todas IPRO (Lenda; Brutus; TMG 2383; BMX Olimpo; BMX Bônus) com 260 a 280 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Cada cultivar foi em quatro parcelas de 50 m de comprimento e 4 m de largura (8 linhas 50 cm de espaçamento) em blocos ao acaso.

## Resultados e Discussão

Os resultados de população foram 258 na Brutus, 267 na Lenda, 270 na Bônus, 283 na TMG 2383 e 284 na Olimpo (mil plantas ha<sup>-1</sup>) e produtividade de grãos de 2765,7 na Brutus, de 2824,2 na TMG 2383, de 2845,4 na Olimpo, de 2866,3 na Bônus e de 2905,5 na Lenda (kg ha<sup>-1</sup>), obtidos em área de primeiro ano de cultivo, bem como foram obtidas as características morfológicas das plantas apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Características morfológicas das plantas, no ensaio de competição, de cinco cultivares em área de 1° ano, na Fazenda Passarão. Bonfim-RR

Cultivar	AP	AIPV	NNH	NGP	NVT	NG	G/Vg	MSG	MSC
Lenda IPRO	113,1a	13,6b	18,2a	2,3c	55,7c	127,2b	2,29a	17,3a	7,09a
PP Brutus IPRO	110,5a	15,1a	17,9a	2,7c	46,3d	101,9c	2,20a	12,4e	5,04d
TMG 2383 IPRO	89,7b	15,4a	16,7b	4,0a	64,0b	131,2a	2,05b	15,0b	6,33b
BMX Olimpo IPRO	82,0c	12,7c	15,9c	3,8a	59,4c	134,3a	2,26a	13,1d	5,38c
BMX Bônus IPRO	87,1b	12,3c	16,8b	3,4b	71,0a	122,9b	1,73c	14,1c	5,85c

\*Valores médios obtidos em 40 plantas por cultivar. AP= altura de planta; AIPV= altura de inserção da primeira vagem; NNH= número de nós na haste principal; NGP= número de galhos na planta; NVT= número de vagens total; NG= número de grãos; G/Vg= grãos por vagem; MSG= massa seca de grãos; MSC= massa seca de cascas.

As populações de plantas ficaram abaixo do pretendido para as cinco cultivares, assim como as produtividades obtidas no experimento inferiores a 3 t ha<sup>-1</sup>, a baixa umidade dos grãos (média 9,5%) contribuiu para resultar em 17,8% a 35,3% de grãos quebrados na colheita. As três cultivares alternativas produziram semelhante da BMX Bônus e BMX Olimpo, as mais utilizadas atualmente. Os baixos valores obtidos devem-se ao fato da falta de água disponível em momento de elevada demanda. O que foi verificado na redução do tamanho dos grãos colhidos que ficaram de 31,9% a 42,7% inferiores ao obtido pelas cinco cultivares na indicação. O coeficiente de variação foi de 3,22% a 5,6%, mostrando pouca variação entre as repetições.

Em função da estiagem, os ciclos foram reduzidos praticamente 15 dias, pois a BMX Bônus, finalizou o ciclo com 92 dias, em reação aos 110 dias previstos. Já a Lenda finalizou o ciclo com 98 dias, apresentando sistema radicular mais desenvolvido o que fez diferença em condição limitante.

## Conclusões

As cultivares Lenda IPRO, Brutus IPRO e TMG 2383 IPRO mostram-se opções interessantes para cultivo nos lavrados de Roraima e são necessários mais ensaios de competição para definição das populações mais adequadas, além de manejo fitotécnico para minimizar riscos de acamamento de plantas e maximizar o potencial produtivo das cultivares.

## Referências

SMIDERLE, O. J. (coord.). **Cultivo da soja no cerrado de Roraima**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2019. 146 p. (Embrapa Roraima. Sistema de Produção, 6).

## CARACTERIZAÇÃO DO QUEBRAMENTO DAS HASTES EM SOJA NO PR - PRIMEIRA APROXIMAÇÃO

NEUMAIER, N.<sup>(1)</sup>; MEYER, M. C.<sup>(1)</sup>; OLIVEIRA, M. C. N. de<sup>(1)</sup>; SIBALDELLI, R. N. R.<sup>(1)</sup>;  
CRUSIOL, L. G. T.<sup>(1)</sup>; GONÇALVES, S. L.<sup>(1)</sup>; FOLONI, J. S. S.<sup>(1)</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR, norman.neumaier@embrapa.br

### Introdução

Durante meados da safra de soja 2023/2024 no Paraná, circularam nas redes sociais notícias, fotos, vídeos e mensagens de texto e voz sobre o quebramento das hastes em soja, fazendo parecer tratar-se de algo catastrófico para a sojicultora. Com isso, a Embrapa Soja coletou o máximo de dados e informações sobre o quebramento das hastes em soja na safra em curso. Pesquisadores da Embrapa Soja, junto com técnicos e agrônomos de cooperativas, OCEPAR, e ADAPAR, reuniram-se para melhor dimensionar o problema e consolidar um panorama da real situação.

A quebra das hastes não é um fenômeno recente, pois existem publicações que nos anos 1990 (Arantes; Melo, 1994) e também em meados de 2006 (Corrêa-Ferreira et al., 2006) relataram o problema sem, no entanto, terem comprovado definitivamente as suas causas, mas informando que possivelmente estavam relacionadas à genética das cultivares e a fatores ambientais. Devido à escassez de informações sobre métodos para testar as propriedades estruturais das hastes de plantas herbáceas, tais como quebra, flexão e carga axial, Shah et al. (2017) publicaram uma revisão com informações básicas sobre o assunto, o que permitiu desenvolver um protótipo capaz de mensurar a força máxima necessária para o quebramento de hastes de soja.

Como o fenômeno ainda não está bem caracterizado, nem estão claras as suas reais causas, este trabalho objetivou reunir as informações disponíveis e apresentar a descrição de uma proposta metodológica para melhor caracterização do problema e detecção de possíveis diferenças entre cultivares de soja, quanto ao quebramento de suas hastes.

### Material e Métodos

Desenvolveu-se um aparato de laboratório para medir e registrar a força máxima para o quebramento de hastes individuais de soja. O aparato consiste em um suporte de furadeira elétrica e um dinamômetro que, através do acionamento de uma alavanca, imprime força crescente sobre um segmento de haste de soja, apoiada em dois apoios laterais, até quebrá-lo, registrando a força necessária à quebra (Figura 1A).

Foram coletadas amostras com cerca de 17 cm, da base de hastes, em lavouras de soja com e sem quebra das hastes, nos municípios de São Pedro do Ivaí-PR e São João do Ivaí-PR, além de plantas de soja sem sintomas nos campos experimentais da Embrapa Soja. As amostras foram processadas, medindo-se o diâmetro da base da haste (média de três leituras, mm) e a força máxima necessária ao quebramento (N).

Calculou-se o raio e a área da seção da base da haste, e o nível de estresse de quebramento expresso como força de quebramento [força (N)/área da seção da base da haste (mm<sup>2</sup>)]. Os dados foram submetidos à análise de variância, individualmente por local: a) amostras de lavouras sem quebra de hastes; b) amostras de lavouras com e sem quebra de hastes e c) amostras retiradas de uma área de multiplicação de sementes na Embrapa Soja. Também, efetuou-se uma Análise de Componentes Principais (ACP) e de correlação, reunindo os três grupos de dados.

## Resultados e Discussão

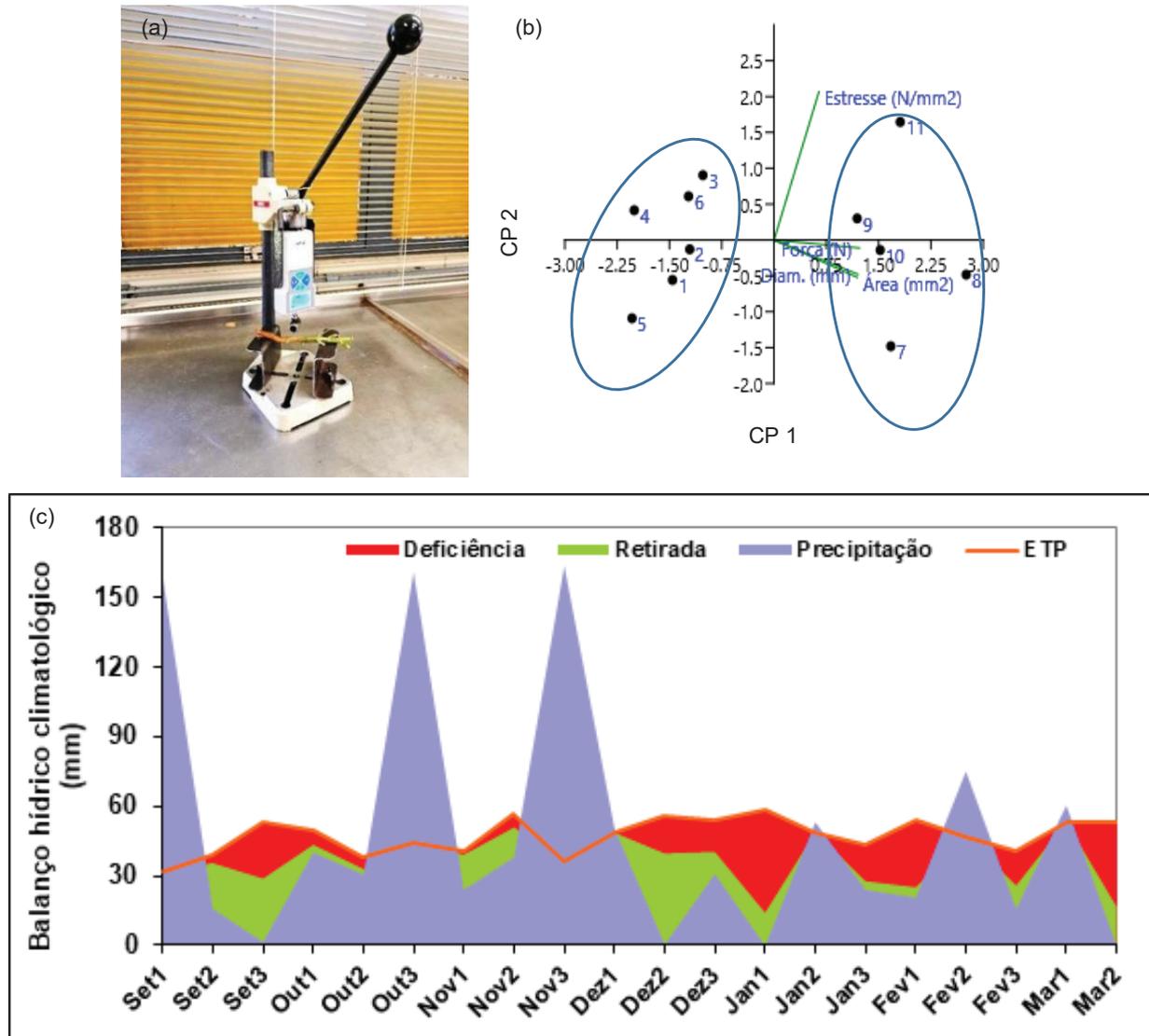
Na análise de variância dos dados de cada grupo, houve diferença significativa apenas para alguns parâmetros, como diâmetro e área da seção da base da haste e da força necessária ao quebramento, nos grupos “sem sintomas de quebramento” e “multiplicação de sementes”, no entanto não apareceram diferenças significativas no grupo “com e sem sintomas”, indicando uniformidade em todos os parâmetros deste grupo de análise. O nível de estresse ( $N/mm^2$ ), é um parâmetro usado para medir e diferenciar resistências ao quebramento (Shah et al., 2017). Um resultado interessante foi o de não ter havido diferença significativa no nível de estresse em nenhum dos grupos de análise. Também, os resultados indicaram que as cultivares apresentam algumas diferenças significativas em características, como diâmetro do colo e área da seção da base da haste, e também na força máxima necessária ao quebramento, mas não diferem no nível de estresse exercido pela força com base na área da seção da haste ( $N/mm^2$ ). A ausência de diferença significativa, entre as cultivares, no parâmetro  $N/mm^2$  mostra que esta característica, por si só quase não contribui para a resistência ao quebramento pois as cultivares, em qualquer dos grupos de análise, apresentaram resultados semelhantes (sem diferença significativa entre elas). A análise de correlação mostrou que os parâmetros diâmetro e área do coleto, e força de quebramento (N), estavam altamente correlacionadas entre si, porém, esses parâmetros apresentaram baixa correlação com o estresse de quebramento ( $N/mm^2$ ).

No método de ACP (Figura 1B), 79,3% e 20,3% da variância dos dados estavam presentes nos componentes principais 1 e 2, respectivamente, totalizando 99,6%. Também, houve uma nítida separação dos grupos de cultivares de acordo com os locais de coleta das amostras (Embrapa Soja e lavouras comerciais). Adicionalmente, a ACP corroborou os resultados da análise de correlação, ao mostrar graficamente, a alta correlação entre os parâmetros diâmetro, área e força, enquanto que o vetor que representa o estresse de quebramento está em uma posição ortogonal aos demais vetores. Essa ortogonalidade é um indício de baixa correlação. Os principais compostos que conferem resistência ou flexibilidade aos caules vegetais são principalmente lignina, celulose e hemicelulose (Li et al., 2022), portanto, outros parâmetros, que não foram medidos nas nossas amostras, como o teor desses compostos nas hastes, pode estar tendo papel mais influente na suscetibilidade à quebra de hastes do que o fator de estresse ( $N/mm^2$ ). Existe uma relação inversa entre o teor de lignina do caule e o acamamento em soja (Li et al., 2022). Devido à maior demanda evaporativa que causa espessamento do tecido pelo aumento da biossíntese da lignina, as altas temperaturas ( $> 25^\circ C$ ) aumentam do teor de lignina na planta. Neste sentido, períodos quentes, secos e de alta radiação UV-B podem aumentar o teor de lignina, prejudicando o desenvolvimento das plantas, aumentando a rigidez do caule e deixando-a mais suscetível ao quebramento da haste (Zonetti et al., 2012).

Dados agrometeorológicos da região monitorada (Figura 1C) mostram períodos de até 15 dias sem chuvas e com altas temperaturas máximas (cerca de  $40^\circ C$ ) em períodos de três a oito dias, distribuídos ao longo do ciclo. Assim, é de se esperar que certas combinações de condições climáticas em períodos específicos de desenvolvimento das lavouras tenham propiciado variações no acúmulo de lignina nas plantas de soja, resultando em maior suscetibilidade ao quebramento das hastes com consequentes reduções de rendimento. Por outro lado, relatos de alguns representantes de cooperativas dão conta de que em regiões com chuvas abundantes, mesmo lavouras com quebramento apresentaram rendimentos satisfatórios, o que constitui um indício de que a ausência de déficit hídrico pode atenuar as consequências do quebramento.

## Conclusão

Não foi possível detectar relação entre o estresse de quebramento ( $N/mm^2$  da seção do coleto) e a quebra de hastes, indicando que outro(s) fator(es) não medido(s) nesta pesquisa pode(m) estar relacionado(s) ao fenômeno. As altas temperaturas associadas a déficits hídricos podem estar causando modificações na estrutura das hastes de soja e propiciando o quebramento. Estudos mais detalhados são necessários.



**Figura 1.** Protótipo para medir a força necessária ao quebraamento de hastas de soja (A), Scatterplot pela ACP em lavouras de soja de São Pedro do Ivaí-PR, São João do Ivaí-PR e área de multiplicação de sementes da Embrapa Soja em Londrina-PR (B), Balanço hídrico climatológico decenal de São Pedro do Ivaí-PR (C).

## Referências

ARANTES, N. E.; MELO, J. A. R. Ocorrência de quebraamento de plantas de soja em diferentes cultivares. In: REUNIAO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIAO CENTRAL DO BRASIL, 16., 1994, Dourados. **Ata e resumos**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1994. p. 148. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 3).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; COSTA, J. M. da; NEUMAIER, N.; GALERANI, P. R.; OLIVEIRA, F. A. de; PÍPOLO, A. E.; FARIAS, J. R. B.; GAZZIERO, D. L. P. **Quebra de planta de soja no Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 42 p. (Embrapa Soja. Documentos, 277).

LI, Q.; FU, C.; LIANG, C.; NI, X.; ZHAO, X.; CHEN, M.; OU, L. Crop lodging and the roles of lignin, cellulose, and hemicellulose in lodging resistance. **Agronomy**, v. 12, n. 8, 1795, 2022. DOI: 10.3390/agronomy12081795.

SHAH, D. U.; REYNOLDS, T. P. S.; RAMAGE, M. H. The strength of plants: theory and experimental methods to measure the mechanical properties of stems. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n. 16, p. 4497-4516, 2017. DOI: 10.1093/jxb/erx245.

ZONETTI, P. da C.; SUZUKI, L. S.; FERRARESE, M. L. L.; FERRARESE FILHO, O. High temperatures on root growth and lignification of transgenic glyphosate-resistant soybean. **Agrociencia**, v. 46, p. 557-565, 2012.

## SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, ROTAÇÃO COM PLANTAS DE COBERTURA E PRODUTIVIDADE DE SOJA EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO NO OESTE DA BAHIA

NUNES, H. B.<sup>(1)</sup>; CARVALHO, K. V.<sup>(1)</sup>; VICENTE, N. G.<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup>Fundação Bahia, Luís Eduardo Magalhães, BA.

### Introdução

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é uma tecnologia de eficiência comprovada no Brasil e no mundo (Hernani, 2022). Na região oeste da Bahia, esse sistema também se destaca na conservação do solo e na elevação da produtividade das culturas, com destaque para a cultura da soja. O Brasil é o maior produtor de soja do mundo e a Bahia se destaca com a maior produtividade, com média de 62 sacas por hectare na safra 2023/2024 (Conab, 2023).

Grande parte dessa soja produzida pela Bahia vem da região oeste. Nessas áreas, predominam solos classificados como Latossolos e Neossolos Quatzarênicos de textura arenosa e elevada suscetibilidade a erosão. Outras características desses solos são a elevada lixiviação de cátions básicos como cálcio, magnésio e potássio, proporcionando baixa saturação por bases e elevada saturação por alumínio.

Esses solos, quando bem manejados, com sistemas que proporcionam mínimo revolvimento e adequada cobertura podem proporcionar elevadas produtividades para a cultura da soja. Sendo assim, o Sistema de Plantio Direto, com rotação de culturas (soja, milho e algodão) e a utilização de plantas de cobertura podem ser viáveis no manejo conservacionista desses solos.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar a produtividade da soja, cultivada em sistema de plantio direto, em experimento de longa duração na região oeste da Bahia.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido de novembro de 2022 a março de 2023, no Centro de Pesquisa e Tecnologia do Oeste da Bahia (CPTO), na cidade de Luís Eduardo Magalhães-BA (12° 05' 36,40"; 45° 42' 37,73"), em uma área que já vem sendo cultivada em sistemas de plantio direto e convencionais desde 2012. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-amarelo distrófico, de textura franco arenosa. A soja em sistema de plantio direto foi semeada sobre os restos culturais de milho consorciado com braquiária em um dos tratamentos e sobre restos culturais de algodão em outros. Para o sistema de plantio convencional, o solo foi preparado com grade aradora até a profundidade de 30 cm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados composto por cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos como descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição dos sistemas de rotação de culturas (tratamentos) entre 2019 e 2021 nas três safras que precederam a safra avaliada (2022/2023).

Tratamentos	Safra 2019/2020	Safra 2020/2021	Safra 2021/2022	Safra 2022/2023
T1	Soja	Soja	Soja	Soja
T2	Milho + Braquiária**	Soja	Milho + Braquiária**	Soja + Braquiária *
T3	Soja + Milheto*	Milho + Braquiária**	Algodão	Soja + Braquiária *
T4	Soja + Crotalária*	Milho + Crotalária**	Algodão	Soja +Crotalária*
T5	Algodão	Soja + Sorgo*	Algodão	Soja + Sorgo*

\* Semeado imediatamente após a colheita da soja. \*\* Semeada no sistema de consórcio "Santa Fé".

A soja BRS 7881 foi semeada em 03/11/2022 com 13,5 sementes por metro linear em espaçamento entre linhas de 0,5 m. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com inseticida (Singular 1 ml kg<sup>-1</sup> semente), fungicida (Proteat 2 ml kg<sup>-1</sup> semente), fertilizante (Molcob 1 ml kg<sup>-1</sup> semente) e grafite. Após plantio foram aplicados em cobertura 300 Kg ha<sup>-1</sup> de KCl, parcelado aos 30 e 50 dias após emergência. A adubação foliar foi feita com 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Nutrivant e 1,5 L ha<sup>-1</sup> de Morgan 10, foi realizada em três intervalos de 25 dias, a partir dos 22 dias após emergência. O controle de pragas e doenças foi realizado conforme recomendação técnica para a cultura na região. A soja foi colhida manualmente em 23/02/2022 em três linhas de cinco metros, em seguida foi trilhada em uma máquina trilhadeira e pesada. As variáveis analisadas foram produtividade e peso de mil grãos.

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as fontes de variação foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com auxílio do programa estatístico AgroEstat.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 2, estão apresentados os dados relativos à produtividade da cultura da soja em função do manejo de solo adotado. Pode se constatar que a produtividade no sistema de plantio convencional ficou abaixo da produtividade dos demais sistemas de plantio direto. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os sistemas de plantio direto, evidenciando que todos os sistemas adotados beneficiaram a cultura em relação ao parâmetro produtividade. Provavelmente, o sistema de plantio direto proporcionou melhores condições de estruturação do solo e ciclagem de nutrientes, o que refletiu na maior produtividade da cultura, o que também é relatado por Silva et al. (2022).

**Tabela 2.** Produtividade da soja e peso de mil grãos em sistemas de produção de soja, no Centro de Pesquisa e Tecnologia do Oeste da Bahia (CPTO), Fundação Bahia, Luís Eduardo Magalhães, Bahia, Brasil, 2023.

Tratamentos	Produtividade (kg/ha)	Produtividade (Sacas/ha)	PMG (g)
T1	4616,33 b	76,94 b	159,35 a
T2	4977,66 ab	82,96 ab	165,50 a
T3	5320,33 a	88,67 a	162,85 a
T4	5043,50 a	84,05 a	164,05 a
T5	5210,66 a	86,84 a	162,30 a
Cv (%)	3,23	3,23	1,81

Legen da: Cv= Coeficiente de variação. OBS: Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, quando comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A produtividade alcançada para todos os tratamentos ficou acima da média da região que é de 67 sacas por hectare. Sendo assim o melhor tratamento do sistema plantio direto proporcionou um incremento de 11,73 sacas por hectare, quando comparado ao plantio convencional, provando mais uma vez a eficiência desse sistema. Beutler et al. (2024) também observaram acréscimos de até 25% na produtividade da soja, cultivada em sistema de plantio direto.

Para a variável peso de mil grãos (PMG) não foi observada diferença estatística para nenhum dos tratamentos. O PMG dos tratamentos variou de 159,35 g no plantio convencional a 165,50 g no tratamento T2, sob sistema de plantio direto rotacionado com milho e braquiária. Santos et al. (2014) também não observaram diferença para essa variável em soja cultivada sob sistemas de plantio direto.

## Conclusão

O sistema de plantio direto com rotação de culturas e plantas de cobertura incrementou a produtividade da soja em 11,73 sacas por hectare, quando comparado ao plantio convencional. O sistema de rotação mais eficiente foi (Soja + Milheto/ Milho + Braquiária/Algodão/ Soja + Braquiária).

## Referências

BEUTLER, A. N.; FONSECA, D. A. R.; FULANETI, F. S.; BRANDLI, L. W.; ZIMMERMANN, P.; SCHEFFER, N. M. Quantidade de palha de azevém na superfície do solo e produtividade de soja em plantio direto sob integração lavoura pecuária. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 1, p. 1-15, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n1-001.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2023/24, primeiro levantamento**, v. 11, n. 1, outubro 2023. 125 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em: 10 out. 2023.

HERNANI, L. C. (ed.) **Sistema plantio direto**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto>. Acesso em: 1 abr. 2023.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; PIRES, J. L. F.; FONTANELI, R. S.; AMAURI, V. B.; VERDI, C.; VARGAS, A. M. Rendimento de grãos e características agronômicas de soja em função de pastagens perenes em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 319-326, 2014.

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; LANNA, A. C.; REZENDE, C. C.; CRUZ, D. R. C.; FRASCA, L. L. de M.; FERREIRA, A. L.; FERREIRA, I. V. L.; DUARTE, J. R. de M.; FILIPPI, M. C. C. de. Sistema de plantio direto e rotação de culturas no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, e376111335568, 2022.

## LANDSAT NEXT: NOVA PLATAFORMA ORBITAL PARA MONITORAMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA

CRUSIOL, L. G. T.<sup>(1)</sup>; SIBALDELLI, R. N. R.<sup>(1)</sup>; NANNI, M. R.<sup>(2)</sup>; GONÇALVES, J. V. F.<sup>(2)</sup>; FURLANETTO, R. H.<sup>(3)</sup>; GONÇALVES, S. L.<sup>(1)</sup>; MORAES, L. A. C.<sup>(1)</sup>; FOLONI, J. S. S.<sup>(1)</sup>; MERTZ-HENNING, L. M.<sup>(1)</sup>; NEPOMUCENO, A. L.<sup>(1)</sup>; NEUMAIER, N.<sup>(1)</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>Universidade Estadual de Maringá; <sup>(3)</sup>University of Florida.

### Introdução

O uso de imagens de satélite contribui para a rápida aquisição de informações sobre as condições de desenvolvimento das lavouras a partir da interação entre a radiação eletromagnética ⇔ planta ⇔ sensor, em função da variabilidade agrícola em uma área. Entretanto, existe um *trade-off* entre as resoluções temporal, espacial e espectral dos sensores operados em nível orbital, aéreo e de campo. Embora dados coletados em nível orbital (satélite) permitam o monitoramento em ampla escala territorial, esses dados possuem tempo de revisita estático quando comparados aos dados coletados em nível aéreo, por meio de sensores acoplados a veículo aéreo não tripulado (VANT), além de coletarem as informações espectrais em contido número de bandas espectrais, comparados aos sensores hiperespectrais operados em nível de campo (Crusiol et al., 2024).

A recém anunciada missão Landsat Next (NASA, 2024), constelação constituída por três satélites idênticos operando de forma sincronizada, possui elevado potencial para otimizar o monitoramento agrícola por meio de maiores resoluções temporal, espacial e, sobretudo, espectral, fornecendo maior frequência de imageamento, melhor detalhamento da superfície terrestre e ampla abrangência em comprimentos de onda com reconhecida contribuição para avaliações de lavouras.

Especificamente, as bandas espectrais do Landsat Next no espectro visível (Vis) e infravermelho de ondas curtas (SWIR) apresentam potencial para auxiliar no monitoramento de lavouras de soja sob diferentes condições de disponibilidade hídrica, um dos fatores mais limitantes às máximas produtividades. No Brasil, a ocorrência de períodos de déficit hídrico na cultura da soja é um dos principais responsáveis por episódios de insucesso e frustrações da atividade agrícola, com elevada variabilidade espaço-temporal, e impactos negativos na economia nacional e segurança alimentar global (Farias et al., 2023).

Diante da necessidade de constante aprimoramento dos modelos de estimativa da produtividade de soja, e considerando a previsão de lançamento do satélite Landsat Next para o ano de 2030, dados hiperespectrais coletados em nível de campo possuem papel crucial no planejamento estratégico de programas de monitoramento agrícola por meio de dados orbitais, dada a possibilidade de modelagem e validação antecipadas, encurtando o processo analítico após o lançamento do satélite. Assim, o objetivo do trabalho é avaliar a contribuição das bandas espectrais do satélite Landsat Next para o monitoramento da produtividade da soja sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

### Material e Métodos

Dados hiperespectrais foram coletados nas safras 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019 em experimento instalado nos campos experimentais da Embrapa Soja, com delineamento experimental de blocos ao acaso com parcela subdividida com quatro tratamentos e quatro repetições. Nas parcelas foram distribuídas quatro condições hídricas: irrigado (recebendo irrigação, com potencial matricial do solo entre -0,03 e -0,05 Mpa), não irrigado (recebendo apenas águas de chuva), déficit hídrico no período vegetativo e déficit hídrico no período reprodutivo. A indução do déficit

hídrico ocorreu por meio de abrigos móveis programados para fecharem sempre que volumes de chuva superiores a 0,1 mm fossem registrados pela estação meteorológica localizada dentro da área experimental. Nas subparcelas foram distribuídos 5 genótipos de soja com diferentes respostas à disponibilidade hídrica, sendo avaliados dez genótipos nas três safras estudadas.

A reflectância foliar de plantas de soja foi coletada, nas três safras avaliadas, no estágio de desenvolvimento R5 (Neumaier et al., 2020), no terceiro trifólio completamente expandido a partir do topo do dossel por meio do espectrorradiômetro FieldSpec 3 Jr (*Analytical Spectral Devices*, Boulder, CO, USA), com resolução espectral de 3 nm entre 350 e 1400 nm e 30 nm entre 1400 e 2500 nm, disponibilizando a resposta hiperespectral em 2151 bandas espectrais. Os dados obtidos foram reamostrados para as bandas espectrais do Landsat Next (NASA, 2024). Foram consideradas, com exceção da banda 2, 16 bandas espectrais com resolução espacial de 10 e 20 metros.

Os dados obtidos ( $n = 224$ ) foram divididos em subconjuntos de calibração (75%) e validação (25%) e submetidos à duas metodologias de modelagem: modelagem espectral por Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (PLSR - *Partial Least Squares Regression*) para estimativa da produtividade da soja, utilizando simultaneamente as 16 bandas espectrais; e estimativa da produtividade de soja por índices de vegetação, calculados a partir das bandas espectrais do Landsat Next conforme Crusiol et al. (2022). Foram utilizados os índices NDVI, NDRE e NDWI. Os modelos foram desenvolvidos no subconjunto de calibração e testados no subconjunto de validação, sendo avaliados pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da regressão linear entre os valores observados e estimados.

## Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a correlação entre valores de produtividade observados e estimados a partir da modelagem PLSR, com uso das 16 bandas espectrais do satélite Landsat Next, e a partir dos índices de vegetação NDVI, NDRE e NDWI.

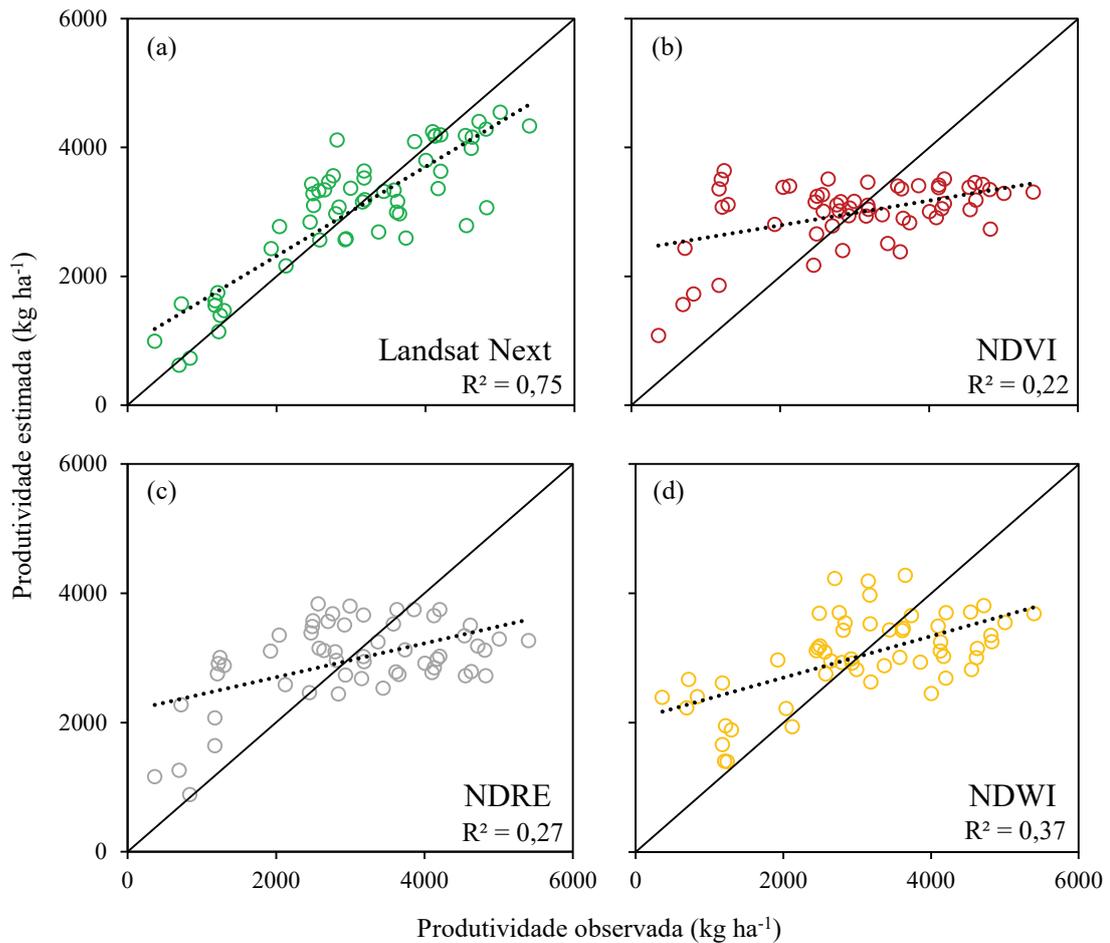
Evidencia-se a contribuição das bandas espectrais utilizadas na modelagem PLSR para a estimativa da produtividade da soja em relação aos tradicionais índices de vegetação. O NDVI apresentou o pior desempenho, com  $R^2 = 0,22$ , seguido do NDRE, com  $R^2 = 0,27$  e NDWI, com  $R^2 = 0,37$ . A maior assertividade do NDWI em relação aos demais índices está associada à relação direta existente entre a reflectância no espectro SWIR com o conteúdo de água nas folhas de soja, característica muito dependente das condições de disponibilidade hídrica das plantas em campo.

A modelagem PLSR, a partir do uso conjunto de 16 bandas espectrais, apresentou  $R^2 = 0,75$ , reforçando a maior assertividade dessa metodologia em relação aos índices de vegetação e destacando que bandas espectrais analisadas em conjunto apresentam contribuição superior para a modelagem da variabilidade dos valores de produtividade da soja.

## Conclusão

As bandas espectrais do satélite Landsat Next, analisadas em conjunto sob a modelagem PLSR, apresentaram ampla contribuição para modelagem da produtividade da soja sob déficit hídrico, com  $R^2 = 0,75$ , ao passo que tradicionais índices de vegetação demonstraram contida contribuição para tal estimativa.

Tais resultados são de grande valia para a elaboração de um planejamento a longo prazo com o objetivo de desenvolver modelos preditivos de variáveis de interesse agrônomo de forma antecipada ao lançamento dos satélites, maximizando o potencial de utilização das imagens tão logo quanto forem disponibilizadas, traduzindo informações estratégicas ágeis em prol da sojicultura brasileira.



**Figura 1.** Correlação entre produtividade da soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) observada e estimada por modelagem PLSR, utilizando 16 bandas espectrais do satélite Landsat Next (a), e pelos índices de vegetação NDVI (b), NDRE (c) e NDWI (d).

## Referências

CRUSIOL, L. G. T.; SIBALDELLI, R. N. R.; NANNI, M. R.; FRANCHINI, J. C.; FARIAS, J. R. B. **Conceitos e definições de Sensoriamento Remoto para monitoramento da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2024. 45 p. (Embrapa Soja. Documentos, 461).

CRUSIOL, L. G. T.; SUN, L.; SIBALDELLI, R. N. R.; JUNIOR, V. F.; FURLANETI, W. X.; CHEN, R.; SUN, Z.; WUYUN, D.; CHEN, Z.; NANNI, M. R.; FURLANETTO, R. H.; CEZAR, E.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Strategies for monitoring within-field soybean yield using Sentinel-2 Vis-NIR-SWIR spectral bands and machine learning regression methods. **Precision Agriculture**, v. 23, 1093-1123, 2022.

FARIAS, J. R. B.; MONTEIRO, J. E. B. A.; VICTORIA, D. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; CRUSIOL, L. G. T.; GONÇALVES, S. L. Zoneamento agrícola de risco climático da soja para seis classes de água disponível no solo (ZARC Soja - 06 AdS). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 38., 2023, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Embrapa Soja. Eventos técnicos & científicos, 1).

NASA - National Aeronautics and Space Administration. **A New and Revolutionary Landsat Mission.** 2024. Disponível em: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-next/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; MERTZ-HENNING, L. M.; FOLONI, J. S. S.; MORAES, L. A. C.; GONÇALVES, S. L. Ecofisiologia da soja. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 33-54. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).

## ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB DÉFICIT HÍDRICO POR MEIO DE IMAGEM MULTIESPECTRAL OBTIDA POR VANT

CRUSIOL, L. G. T.<sup>(1)</sup>; SIBALDELLI, R. N. R.<sup>(1)</sup>; NANNI, M. R.<sup>(2)</sup>; GONÇALVES, J. V. F.<sup>(2)</sup>; FURLANETTO, R. H.<sup>(3)</sup>; GONÇALVES, S. L.<sup>(1)</sup>; MORAES, L. A. C.<sup>(1)</sup>; FOLONI, J. S. S.<sup>(1)</sup>; MERTZ-HENNING, L. M.<sup>(1)</sup>; NEPOMUCENO, A. L.<sup>(1)</sup>; NEUMAIER, N.<sup>(1)</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>Universidade Estadual de Maringá; <sup>(3)</sup>University of Florida.

### Introdução

Embora o Brasil seja líder mundial na produção de soja, períodos de déficit hídrico nas principais regiões produtoras resultam, frequentemente, em diminuição dos valores de produtividade da oleaginosa (Farias et al., 2023). Diante desse contexto, informações antecipadas sobre as condições de desenvolvimento das lavouras são estratégicas para o delineamento de políticas públicas e corporativas, sobretudo aquelas relacionadas ao seguro agrícola, além de ajuste em relação às práticas culturais, especialmente na identificação de zonas e épocas com maiores limitações de disponibilidade hídrica.

Nos últimos anos, o uso crescente de veículos aéreos não tripulados (VANTs) vem permitindo a aquisição de grande volume de informações espectrais sobre lavouras de soja. A utilização dessas imagens baseia-se no fluxo de radiação eletromagnética (REM) refletido pelas plantas, fruto da sua interação com a estrutura celular e atividade metabólica. Mesmo que imagens obtidas por satélites tenham potencial de monitoramento regional, em ampla escala territorial, o tempo de revisita desses satélites é estático, estando sujeitos à interferência de nuvens, e a resolução espacial é, em geral, na ordem de dez a trinta metros, o que limita o detalhamento das áreas imageadas. Logo, o uso de imagens obtidas por VANTs caracteriza-se como importante ferramenta no monitoramento agrícola local, com maior versatilidade em relação à resolução temporal, além de maior resolução espacial, na ordem de centímetros (Crusiol et al., 2024).

A maior parte dos VANTs usualmente utilizados para o monitoramento agrícola é equipada com câmera RGB, ou seja, que registram a radiação incidente nas bandas espectrais vermelho (R), verde (G) e azul (B). Apesar da ampla contribuição dessas bandas para o monitoramento da vegetação – uma vez que estão diretamente associadas à radiação fotossinteticamente ativa – outros comprimentos de onda, sobretudo o vermelho limítrofe (RE), podem contribuir para a otimização de modelos espectrais para estimativa da produtividade agrícola (Crusiol et al., 2021).

Diante desse contexto, o trabalho objetivou o estabelecimento de modelos de estimativa de produtividade da soja sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica utilizando dados multiespectrais coletados por sensor acoplado a VANT.

### Material e Métodos

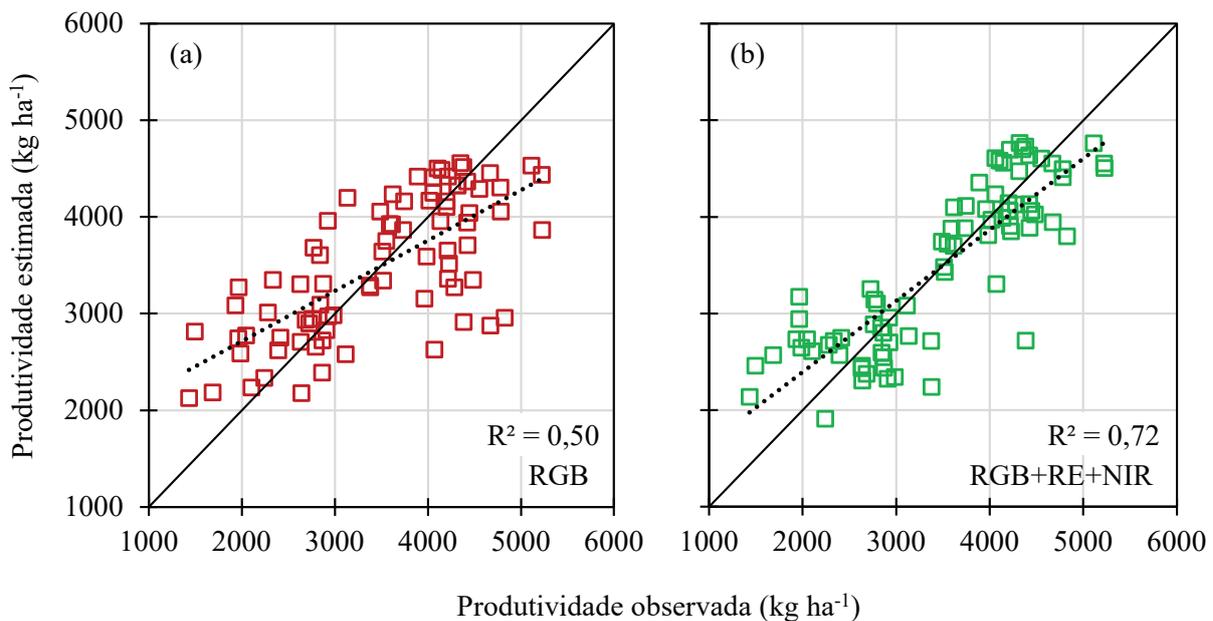
Imagens hiperespectrais foram coletadas em experimento instalado nos campos experimentais da Embrapa Soja na safra 2022/2023, com delineamento experimental de blocos ao acaso com parcela subdividida com quatro tratamentos e quatro repetições. Nas parcelas foram distribuídas quatro condições hídricas: irrigado (recebendo irrigação, com potencial matricial do solo entre -0,03 e -0,05 Mpa), não irrigado (recebendo apenas águas de chuva), déficit hídrico no período vegetativo e déficit hídrico no período reprodutivo. A indução do déficit hídrico ocorreu por meio de abrigos móveis programados para fecharem sempre que volumes de chuva superiores a 0,1 mm fossem registrados pela estação meteorológica localizada dentro da área experimental. Nas subparcelas foram distribuídos 5 genótipos de soja com diferentes respostas à disponibilidade hídrica.

As imagens hiperespectrais foram coletadas, no estágio de desenvolvimento R5 (Neumaier et al., 2020), por meio do sensor multiespectral Altum (Micasense Inc.) acoplada a um VANT quadri-

cóptero modelo Spectral (Nuvem UAV ©). Os voos foram realizados com altura 60 metros, entre 11 e 12 horas, com operação previamente autorizada pelos órgãos responsáveis pelo controle do espaço aéreo. O sensor Altum possui 5 bandas óticas: banda azul (B - 465-485 nm), verde (G - 550-570 nm), vermelho (R - 663-673 nm), vermelho limítrofe (RE - 712-722 nm) e infravermelho próximo (NIR- 820-860 nm); além de uma banda termal (Temp - 8-14  $\mu\text{m}$ ), com resolução espacial de aproximadamente 2 cm na altura do voo realizado. Procedeu-se o processamento e manipulação das imagens nos softwares Metashape e Qgis, com remoção dos pixels referentes ao solo, palhada e sombra através de uma máscara binária gerada por meio de árvore de decisão baseada no comportamento espectral de alvos, garantindo a obtenção de dados espectrais puros da vegetação. Os valores extraídos foram submetidos à modelagem espectral por Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (PLSR - *Partial Least Squares Regression*) para a obtenção de modelos espectrais para estimativa da produtividade da soja. Foram gerados dois modelos: um utilizando apenas as bandas RGB para estimativa da produtividade da soja, e outro utilizando as mesmas bandas RGB, acrescidas das bandas vermelho limítrofe e infravermelho próximo (RGB+RE+NIR). Os modelos espectrais foram avaliados pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) entre valores observados e estimados na etapa de validação cruzada por *leave-one-out*.

## Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a correlação entre valores de produtividade observados e estimados a partir da modelagem PLSR, com uso das bandas RGB e RGB+RE+NIR.



**Figura 1.** Correlação entre valores de produtividade observados e estimados a partir da modelagem PLSR, com uso das bandas RGB (a) e RGB+RE+NIR (b).

Os resultados demonstram o potencial do sensor multiespectral aerotransportado para monitoramento dos valores de produtividade da soja. Enquanto as bandas RGB, analisadas conjuntamente sob a modelagem PLSR, representam 50% da variabilidade da produtividade, o acréscimo das bandas vermelho limítrofe (RE) e infravermelho próximo (NIR) conferiu incremento de 22% na estimativa dos valores de produtividade, com  $R^2 = 0,72$ . Esse comportamento reforça a contribuição de sensores mais robustos, como aqueles que dispõem de bandas espectrais além do RGB comumente utilizado, conferindo maior assertividade ao monitoramento agrícola.

## Conclusão

Dados multiespectrais obtidos por sensor acoplado a VANTs apresentam amplo potencial para o monitoramento da produtividade da soja sob déficit hídrico. A utilização de múltiplas bandas espectrais (RGB+RE+NIR) confere maior robustez aos modelos de estimativa. Ressalta-se a necessidade de constante aprimoramento da modelagem espectral, caracterizando maior número de genótipos, ampliando o rol de condições de disponibilidade hídrica e monitorando lavouras instaladas sob diferentes características edafoclimáticas, visando o ajuste de modelos estáveis nos diferentes sistemas de produção.

## Referências

CRUSIOL, L. G. T.; NANNI, M. R.; FURLANETTO, R. H.; SIBALDELLI, R. N. R.; CEZAR, E.; SUN, L.; FOLONI, J. S. S.; MERTZ-HENNING, L. M.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B. Yield prediction in soybean crop grown under different levels of water availability using reflectance spectroscopy and partial least squares regression. **Remote Sensing**, v. 13, n. 977, 2021. 20 p.

CRUSIOL, L. G. T.; SIBALDELLI, R. N. R.; NANNI, M. R.; FRANCHINI, J. C.; FARIAS, J. R. B. **Conceitos e definições de Sensoriamento Remoto para monitoramento da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2024. 45 p. (Embrapa Soja. Documentos, 461).

FARIAS, J. R. B.; MONTEIRO, J. E. B. A.; VICTORIA, D. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; CRUSIOL, L. G. T.; GONÇALVES, S. L. Zoneamento agrícola de risco climático da soja para seis classes de água disponível no solo (ZARC Soja - 06 ADs). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 38., 2023, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Embrapa Soja. Eventos técnicos & científicos, 1).

NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; MERTZ-HENNING, L. M.; FOLONI, J. S. S.; MORAES, L. A. C.; GONÇALVES, S. L. Ecofisiologia da soja. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 33-54. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).

## ESTABILIDADE PRODUTIVA DE CULTIVARES DE SOJA EM PLINTOSSOLO DO TOCANTINS

CAMPOS, L. J. M.<sup>(1)</sup>; ALMEIDA, R. E. M.<sup>(2)</sup>; COSTA, R. V.<sup>(3)</sup>; HIROSE, E.<sup>(1)</sup>; ZITO, R. K.<sup>(1)</sup>;  
MELLO FILHO, O. L.<sup>(1)</sup>; SANTOS, J. H. W. M. M.<sup>(5)</sup>; EVARISTO, A. B.<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Goiânia, GO; <sup>(2)</sup>Embrapa Pesca e Aquicultura; <sup>(3)</sup>Embrapa Milho e Sorgo;

<sup>(4)</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; <sup>(5)</sup>UNIGOIÁS.

### Introdução

As recentes alterações climáticas têm desafiado a manutenção e o aumento da produtividade nos sistemas de produção vegetal. A ocorrência de veranicos, ondas de calor e alterações no regime de chuvas podem criar ambientes estressantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas. A seleção de cultivares de soja tolerantes a ambientes estressantes pode ser uma estratégia na manutenção/aumento da produtividade da soja.

No Brasil Central, a expansão agrícola tem incorporado áreas que antes eram deixadas à margem dos sistemas de produção. Isto acontece devido ao encarecimento de terras com maior potencial produtivo, e pelas novas tecnologias, que propiciaram aumento da produtividade vegetal em ambientes estressantes. Os Plintossolos, que reconhecidamente apresentam restrições à produtividade agrícola, têm sido cada vez mais estudados e incorporados ao processo produtivo.

Neste contexto, a seleção de cultivares com melhor desempenho em Plintossolos pode conferir incrementos na produtividade e estabilidade da produção. Índices de estabilidade produtiva são formados através de pesos, atribuídos às medidas de produtividade em dois ambientes (um ideal e outro com restrição de recursos). Estes índices e seu ranqueamento podem facilitar a seleção de genótipos com melhor performance em ambientes com Plintossolo. Propõe-se neste trabalho, a utilização de índices de estresse para identificar cultivares com maior estabilidade produtiva, em ambientes com Plintossolos.

### Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em Paraíso do Tocantins/TO (10°19' S; 48°68' O; 386 m de altitude; classificação climática Aw; temperatura média de 26,1 °C; precipitação média anual de 1.909 mm) e em Pium/TO (10°26' S; 49°10' O; 279 m de altitude; classificação climática Aw; temperatura média de 27,1 °C; precipitação média anual de 1.844 mm), na safra de 2022/2023. O solo de Paraíso foi identificado como Latossolo Vermelho distrófico, e o de Pium/TO como Plintossolo Pétrico concrecionário. A fertilização foi de 20, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. A descrição das cultivares é apresentada na Tabela 1.

A densidade de semeadura foi estabelecida conforme recomendação dos detentores das cultivares. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, e os tratos culturais foram realizados segundo as necessidades verificadas no local. A semeadura ocorreu em 17/11/2022 (Paraíso) e em 23/11/2022 (Pium). As colheitas ocorreram entre 10/03/2022 e 31/03/2023 nos dois locais.

**Tabela 1.** Cultivares utilizadas em Latossolo e Plintossolo (Paraíso do Tocantins/TO e Pium/TO), safra 2022/2023, com a respectiva tecnologia e grupo de maturação (GM).

Cultivares	Tecnologia	GM	Cultivares	Tecnologia	GM
AS 3700	XTD	7	80I82RSF BMX OLIMPO	I PRO	8
AS 3707	I2x	7	81IX82 BMX ATAQUE	I2X	8,1
DM 73i75 RSF	I PRO	7,3	81I81RSF BMX Extrema	I PRO	8,1
8473RSF - BMX DESAFIO	RR	7,4	NS 8080	I PRO	8,1
NS 7474	I PRO	7,4	NS 8109	I PRO	8,1
74K76CE BMX Tormenta	CE	7,6	CZ 58B28	I PRO	8,2
BRS GO 7755	RR	7,7	SYN2282	I PRO	8,2
BRS GO 7858	RR	7,8	AS 3838	I2X	8,3
DM 79i81	I PRO	7,9	TMG 2383	I PRO	8,3
K7922	I PRO	7,9	BRS 8680	I PRO	8,6
NEO 790	I PRO	7,9	M 8606	I2X	8,6
AS 3800	I2X	8	M 8644	I PRO	8,6

A produtividade estimada foi levantada colhendo-se as duas linhas centrais de cada parcela, após apresentarem 95% das vagens maduras, sendo corrigida para 13 % de umidade. O delineamento experimental em blocos casualizados (DBC) foi estabelecido, com 24 tratamentos (cultivares de soja) e quatro repetições, com parcelas de 5 x 2 m.

Os índices de tolerância e suscetibilidade ao estresse, com suas descrições e fórmulas, foram levantados conforme Pour-Aboughadareh et al. (2019). Para isso, foram utilizadas as produtividades obtidas em Latossolo ( $Y_p$ ) e no Plintossolo ( $Y_s$ ), considerando o Latossolo como um ambiente referência e o Plintossolo como um ambiente de estresse (Tabela 2). Assim foram obtidos os seguintes índices: índice de tolerância , produtividade média , produtividade geométrica média ( , média harmônica ( ), índice de suscetibilidade ao estresse ), índice de tolerância ao estresse ), índice de produtividade ), índice de estabilidade produtiva , índice de estresse relativo ( ). Foi realizada uma análise conjunta da produtividade em  $Y_p$  e  $Y_s$ , considerando o ambiente com Latossolo e o ambiente com Plintossolo.

## Resultados e Discussão

As cultivares mostraram produtividades diferentes em Latossolo e Plintossolo, reduzindo a sua média produtiva, de 4354 para 3798 kg.ha<sup>-1</sup> no Plintossolo (Tabela 2). Duas cultivares mostraram médias produtivas maiores no Plintossolo, quando comparadas às do Latossolo, enquanto outras sete cultivares não mostraram alterações em suas produtividades (Tabela 2).

Sabe-se que os Plintossolos possuem maior quantidade de cascalho em sua constituição física, o que pode reduzir a quantidade de água e de solo disponível para as plantas (Campos et al., 2019). Por outro lado, devido à elevada porcentagem de material inerte (cascalho), as adubações podem ser potencializadas nestes solos, já que estas são baseadas em adubações realizadas no Latossolo, as quais consideram que existe 100 % de solo nos 20 cm superficiais, o que não ocorre no Plintossolo. Por isso, em situações com disponibilidade de água no solo, pode haver uma produtividade superior no Plintossolo comparado ao Latossolo, devido a maior disponibilidade de nutrientes.

Para o ranqueamento final, cada cultivar foi classificada (de 1 a 24) dentro de cada índice (de acordo com o valor do índice obtido), sendo 1 o mais tolerante e 24 o mais sensível. O somatório dos ranqueamentos (SR) de cada cultivar em cada índice definiu o posicionamento final das cultivares, de acordo com sua tolerância ao cultivo em Plintossolo (Tabela 2, SR). Dessa maneira, foi possível dividir as cultivares em 4 grupos, classificando sua tolerância em ambientes com Plintossolo da seguinte maneira: de 0 a 60 pontos – Tolerante (BMX Tormenta; DM 73i75 RSF;

DM 79i81; NEO 790); de 61 a 120 pontos – Medianamente Tolerante (BMX Extrema; NS 7474; AS 3700; BMX Olimpo; BMX Desafio; CZ 58B28; de 120 a 180 pontos – Medianamente Sensível (SYN 2282; AS 3707; K 7922; BRSGO 7755; BRSGO 7858; NS 8109; TMG 2383; AS 3838); mais de 180 pontos – Sensível (NS 8080; AS 3800; BMX Ataque; M 8644; M 8603; BRS 8680).

## Conclusão

Os Plintossolos podem apresentar produtividade igual ou superior aos Latossolos em situações particulares. Os índices de estresse podem ser utilizados para selecionar cultivares tolerantes aos ambientes com Plintossolo.

**Tabela 2.** Produtividade em Latossolo ( $Y_p$ , em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), em Plintossolo ( $Y_s$ , em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), e os índices de estresse (TOL; MP; GMP; HM; SSI; STI; YI; YSI; RSI; definidos na metodologia) calculados para cada cultivar, com o somatório do ranqueamento (SR) de cada cultivar.

Cultivares	$Y_p$	$Y_s$	TOL	MP	GMP	HM	SSI	STI	YI	YSI	RSI	SR
BMXTormenta	4534 aA	4423 aA	111	4479	4478	4478	0,192	1,058	1,165	0,976	1,118	38
DM73i75	4235 aB	4719 aA	-484	4477	4470	4464	-0,895	1,054	1,243	1,114	1,277	42
DM79i81	4678 aA	4338 aA	340	4508	4505	4502	0,569	1,070	1,142	0,927	1,063	52
NEO790	4483 aA	4322 aA	161	4403	4402	4401	0,281	1,022	1,138	0,964	1,105	59
BMXExtrema	4540 aA	4234 aA	306	4387	4384	4382	0,528	1,014	1,115	0,933	1,069	73
NS7474	3904 bB	4329 aA	-425	4117	4111	4106	-0,852	0,891	1,140	1,109	1,271	81
AS3700	4373 aA	4100 bA	273	4237	4234	4232	0,489	0,946	1,080	0,938	1,075	85
BMXOlimpo	5091 aA	4103 bB	988	4597	4570	4544	1,519	1,102	1,080	0,806	0,924	91
BMXDesafio	4262 aA	4070 bA	192	4166	4165	4164	0,353	0,915	1,072	0,955	1,095	93
CZ58B28	4368 aA	3937 bB	431	4153	4147	4141	0,772	0,907	1,037	0,901	1,033	110
SYN2282	4561 aA	3726 cB	835	4144	4122	4101	1,433	0,896	0,981	0,817	0,937	128
AS3707	3739 bA	3917 bA	-178	3828	3827	3826	-0,373	0,773	1,031	1,048	1,201	137
K7922	4505 aA	3680 cB	825	4093	4072	4051	1,434	0,874	0,969	0,817	0,936	146
BRSGO7755	4350 aA	3647 cB	703	3999	3983	3968	1,265	0,837	0,960	0,838	0,961	151
BRSGO7858	4508 aA	3599 cB	909	4054	4028	4003	1,579	0,856	0,948	0,798	0,915	169
NS8109	4607 aA	3599 cB	1008	4103	4072	4041	1,713	0,875	0,948	0,781	0,896	170
TMG2383	4438 aA	3583 cB	855	4011	3988	3965	1,508	0,839	0,943	0,807	0,926	171
AS3838	4263 aA	3559 cB	704	3911	3895	3879	1,293	0,800	0,937	0,835	0,957	173
NS8080	4293 aA	3510 cB	783	3902	3882	3862	1,428	0,795	0,924	0,818	0,937	184
AS3800	4399 aA	3455 cB	944	3927	3899	3870	1,680	0,802	0,910	0,785	0,900	204
BMXAtaque	4368 aA	3203 dB	1165	3786	3740	3696	2,088	0,738	0,843	0,733	0,841	232
M8644	3952 bA	3144 dB	808	3548	3525	3502	1,601	0,655	0,828	0,796	0,912	232
M8603	3609 bA	2891 dB	718	3250	3230	3210	1,557	0,550	0,761	0,801	0,918	235
BRS8680	4437 aA	3061 dB	1376	3749	3685	3623	2,428	0,716	0,806	0,690	0,791	241
Médias	4354 A	3798 B										
CV (%)		5,76										
Valor de p		$3,7 \times 10^{-11}$										

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ );

## Referências

CAMPOS, L. J. M.; ALMEIDA, R. E. M. de; EVARISTO, A. B.; EVANGELISTA, B. A.; SANTOS, D.; CUSTODIO, D. P.; TUBIANA, D. de O.; NAOE, A. M. L.; PELUZIO, J. M.; COSTA, R. V. da. **Produtividade de cultivares de soja em Plintossolos e Latossolos do Tocantins**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. (Embrapa Soja. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 28).

POUR-ABOUGHADAREH, A.; YOUSEFIAN, M.; MORADKHANI, H.; VAHED, M. M.; POCZAI, P.; SIDDIQUE, K. H. M. iPASTIC: An online toolkit to estimate plant abiotic stress indices. **Applied Plant Sciences**, v. 17, n. 7, e11278, 2019. DOI: 10.1002/aps.11278.

## REFLECTÂNCIAS DE ALGUMAS ÁREAS DE SOJA COM E SEM QUEBRAMENTO DAS HASTES

GONÇALVES, S. L.<sup>(1)</sup>; NEUMAIER, N.<sup>(1)</sup>; MEYER, M. C.<sup>(1)</sup>; SIBALDELLI, R. N. R.<sup>(1)</sup>;  
CRUSIOL, L. G. T.<sup>(1)</sup>; FOLONI, J. S. S.<sup>(1)</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>(1)</sup>  
<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR.

### Introdução

Na safra de 2023/2024, houve alguns relatos de quebra das hastes em soja que aconteceram pontualmente em algumas lavouras de regiões específicas, no PR. O fenômeno consiste em um aumento da rigidez (perda da flexibilidade das hastes) de soja, o que ocasiona a sua quebra pelo vento ou mesmo por um leve esbarrar nas plantas ao se caminhar entre as fileiras de soja. É um fenômeno de ocorrência esporádica, mas que já aconteceu antes, como relatado em publicações (Arantes; Melo, 1994; Corrêa-Ferreira et al., 2006) que relacionaram a ocorrência de quebra, principalmente, a fatores genéticos e ambientais. Devido à dificuldade de se fazer um acompanhamento amplo e detalhado de lavouras apresentando o fenômeno, este trabalho objetivou prospectar uma alternativa de caracterização do problema usando ferramentas de sensoriamento remoto, pela análise das reflectâncias nos diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético, usando imagens do satélite Sentinel 2, obtidas na plataforma Google Earth Engine (GEE).

### Material e Métodos

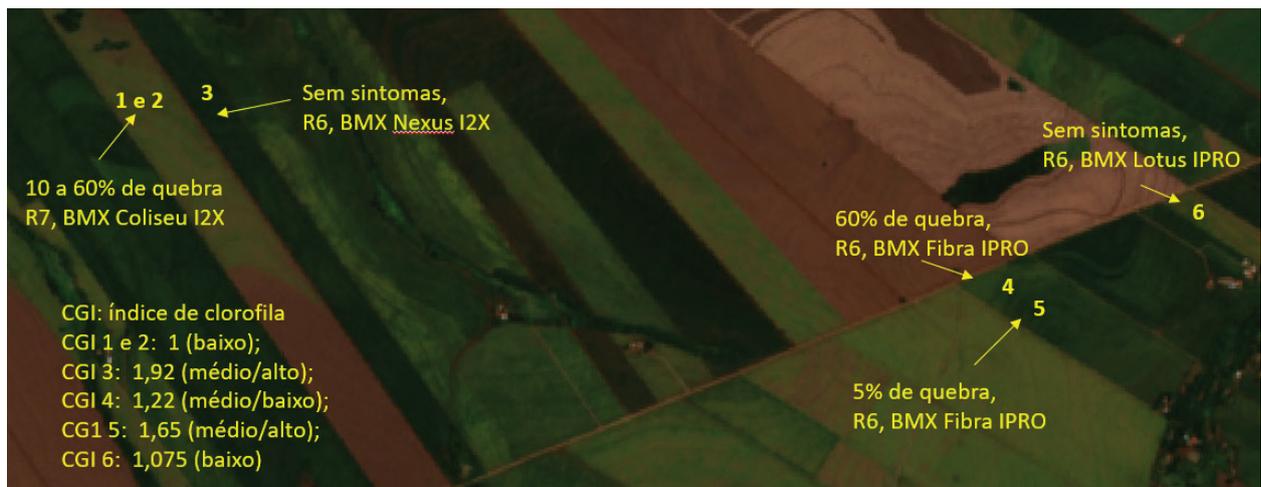
Foi realizada uma avaliação de campo, onde foram estimados dados de porcentagem de quebra de plantas em seis pontos de talhões cultivados com as cultivares BMX Fibra IPRO, BMX Lotus IPRO (ambas semeadas em 11/10/2023), BMX Nexus I2X (semeada em 10/10/2023) e BMX Coliseu I2X (semeada em 26/09/2023), em São Pedro de Ivaí/PR, na data de 31 de janeiro de 2024. Estes pontos de leitura foram identificados por meio de suas respectivas coordenadas geográficas. Foram coletadas informações de estágio de desenvolvimento das plantas e estimada a porcentagem de quebra em cada ponto amostrado. De posse dessas informações, buscou-se na plataforma GEE, imagens do satélite Sentinel 2 contendo dados de reflectâncias de alvos agrícolas para a imagem de 01 de fevereiro de 2024 (Tabela 1). Também, a partir de dados fornecidos pela Estação Agrometeorológica da Cooperativa COCARI, distante cerca de 4 km dos pontos amostrados, foi estimado o Déficit de Pressão de Vapor (DPV), que é uma medida da demanda evaporativa da atmosfera, além do Índice de Clorofila [reflectância no verde (b 3) / reflectância no vermelho (b 4)].

**Tabela 1.** Reflectâncias de áreas cultivadas com soja, em um recorte de imagem do satélite Sentinel 2, de 01 de fevereiro de 2024, obtidas pelo Google Earth Engine, na região de São Pedro do Ivaí, PR.

Amostragem	Banda 3	Banda 4	Banda 8	Banda 12
1 e 2	0,09	0,09	0,28	0,15
3	0,048	0,025	0,41	0,08
4	0,083	0,068	0,31	0,14
5	0,066	0,04	0,35	0,09
6	0,08	0,08	0,30	0,13

## Resultados e Discussão

A Figura 1, que é um recorte de uma imagem colorida (RGB 4,3,2), de 01 de fevereiro de 2024, obtida do satélite Sentinel 2, mostra a localização dos pontos de amostragem, as áreas com e sem sintomas, as porcentagens de quebramento e os dados de índice de clorofila. Nas áreas dos pontos de amostragens 1 e 2, que estavam no estágio R7, foram observados variados níveis de quebramento, desde 10 até 60%. Nesta área ocorreu um amarelecimento significativo, sendo que a reflectância da banda 8, do infravermelho próximo, que indica vegetação saudável foi baixa (0,28). A reflectância da banda 12, do infravermelho de ondas curtas, que indica teores de água nas folhas foi de 0,15, já é um indício de um momento em que as plantas começam a maturar ou secar.



**Figura 1.** Recorte de imagem RGB (4,3,2) do satélite Sentinel 2, de 01/02/2024, das áreas contendo os pontos amostrados (1 a 6) mostrando áreas com e sem sintomas, porcentagens de quebramento da haste e os índices de clorofila. As áreas das amostragens 1 e 2, foram semeadas em 26/09/2023 e as demais em 10 e 11/10/2023.

Na área da amostragem 3 (BMX Nexus I2X), que estava no estágio R6, o índice de vegetação foi alto, com plantas bem verdes. A banda 8 mostrou uma reflectância de 0,41 e banda 12, 0,08, indicando uma vegetação com bom teor de água. Nesta área não havia sintomas de quebramento. Pode-se dizer que na área das amostras 1 e 2, com semeadura mais cedo, o amarelecimento foi devido ao final de ciclo da cultura. Pode ser também, que em função do quebramento, parte do amarelecimento ocorrido pode ter sido consequência, total ou parcial do quebramento. A área da amostragem 3, teve um desenvolvimento normal e sem sintomas de quebramento.

A área da amostragem 6 (BMX Lotus IPRO), em estágio R6, amarelecida, apresentava desenvolvimento normal, também sem sintomas de quebramento.

A área das amostragens 4 e 5, com a cultivar BMX Fibra IPRO, encontrava-se em R6. A área da amostragem 4, por análise de imagens anteriores a 01 de fevereiro, era mais verde do que a área da amostragem 5. Porém, estava agora, mais amarela e com 60% de quebramento. A reflectância da banda 8 foi de 0,31 e a da banda 12, de 0,14, indicando folhas em início de desidratação. A área da amostragem 5, ainda pela imagem de 01 de fevereiro, estava mais verde e com apenas 5% de quebramento. Nela, a reflectância na banda 8 foi de 0,35 e a da 12, de 0,095, indicando estar mais saudável. Como se trata da mesma cultivar, tendo o mesmo ciclo e a mesma data de semeadura, o amarelecimento da amostragem 4 pode ter consequência do quebramento.

Em todas as áreas, no momento da avaliação, com os estádios já em R6 e R7, os índices de clorofila não foram altos, ficando de baixo a médio (com exceção da amostragem 3, de 1,92), com destaque para os índices das amostragens 4 (1,22) e 5 (1,65), sendo interpretados como de médio/baixo e de médio/alto, respectivamente.

Nos momentos de florescimento/formação de grãos houve uma alternância significativa nas condições atmosféricas, em quatro decêndios consecutivos. O DPV (Déficit de Pressão de Vapor), que dá um indicativo da interação entre a atmosfera e a superfície terrestre, foi baixo no primeiro decêndio de dezembro (0,63), em função de temperaturas médias amenas (26 graus), temperaturas máximas não tão altas (33 graus) e umidade relativa alta (80%). Por outro lado, foi alto no segundo decêndio de dezembro (1,27), em função de temperaturas médias um pouco mais altas (27,5 graus), temperaturas máximas mais altas (36 graus) e umidade relativa inferior a 70%. No terceiro decêndio de dezembro voltou a cair (0,76), com temperaturas médias novamente mais amenas (26 graus), temperaturas máximas não tão altas (33 graus) e umidade relativa um pouco mais alta (75,7%). Já no primeiro decêndio de janeiro voltou a subir para 1,25, com temperaturas médias e máximas novamente mais altas (28 e 36 graus, respectivamente) e umidade relativa novamente inferior a 70%. O DPV indica o poder que a atmosfera tem de retirar umidade da superfície terrestre. Quando ele é alto a atmosfera fica mais seca e retira mais umidade do solo e das plantas. As grandes variações de umidade relativa do ar e de temperaturas podem ter influências negativas no desenvolvimento das plantas. No entanto, no caso em questão, de modo geral pode-se dizer que todas as cultivares tiveram a mesma condição ambiental. Apesar disso, ocorreram variações de sintomas entre as áreas, incluindo a área das amostragens 4 e 5, cultivada com a mesma cultivar. Outros fatores como diferenças de manejo e fertilidade de solos podem ser importantes para o desenvolvimento do quebramento de plantas e devem ser investigados.

Neste tipo de trabalho, as imagens auxiliam o acompanhamento da evolução das áreas estudadas por meio de diferenças de ciclo ou alguma anomalia climática ou fisiológica que altere o comportamento das cultivares e que possam ser detectadas pelo sensoriamento remoto. Isso pode gerar mudanças nas reflectâncias das bandas do satélite e, conseqüentemente, nos índices de vegetação, água, níveis de verde e clorofila, entre outros. A área, com amostragens em 4 e 5, em 01 de fevereiro de 2024, permitiu a visualização de uma parte (definida como 4) onde o “verde” está menos intenso do que a área da amostragem 5. Estas diferenças aparecem nos valores das reflectâncias dadas nas bandas do satélite Sentinel 2. Em consequência, ocorreram diferenças nos índices de clorofila das folhas. Lembrando que a área (das amostragens 4 e 5) teve uma única cultivar, a BMX Fibra IPRO, semeada na mesma data (11/10/2023).

## Conclusão

Apenas em duas amostragens não ocorreram sintomas. Nas outras houve diferenciação de partes com e sem quebramento, mostrando diferenças nas reflectâncias. As amostragens 4 e 5, com a mesma cultivar e mesma data de semeadura, foram diferentes nos seus níveis de reflectância e teores de clorofila. Verificou-se também, que áreas em final de ciclo podem ser confundidas com áreas com quebramento e vice-versa. Estudos mais amplos e aprofundados serão necessários para melhor determinar o uso da reflectância como uma metodologia para o estudo do fenômeno de quebramento das hastes em soja visando sua identificação e dimensionamento.

## Referências

ARANTES, N. E.; MELO, J. A. R. Ocorrência de quebramento de plantas de soja em diferentes cultivares. In: REUNIAO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIAO CENTRAL DO BRASIL, 16., 1994, Dourados. **Ata e resumos**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1994. p. 148. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 3).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; COSTA, J. M. da; NEUMAIER, N.; GALERANI, P. R.; OLIVEIRA, F. A. de; PÍPOLO, A. E.; FARIAS, J. R. B.; GAZZIERO, D. L. P. **Quebra de planta de soja no Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 42 p. (Embrapa Soja. Documentos, 277).

# ANÁLISE CLIMÁTICA DO PERÍODO DA SAFRA DE GRÃOS 2023/2024 EM LONDRINA-PR

SIBALDELLI, R. N. R.<sup>(1)</sup>; CRUSIOL, L. G. T.<sup>(1)</sup>; GONÇALVES, S. L.<sup>(1)</sup>; SILVA, B. M. DA<sup>(1)</sup>;  
BUCHE, G.<sup>(1)</sup>; MORAES, L. A. C.<sup>(1)</sup>; FOLONI, J. S. S.<sup>(1)</sup>; MERTZ-HENNING, L. M.<sup>(1)</sup>;  
NEPOMUCENO, A. L.<sup>(1)</sup>; NEUMAIER, N.<sup>(1)</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR

## Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores de grãos no mundo e tem se consolidado no primeiro lugar nas últimas safras na produção de soja, porém rotineiramente ocorrem eventos climáticos que prejudicam a produtividade das lavouras de culturas como a soja e milho e, consequentemente, a produção brasileira destes grãos.

Os eventos climáticos extremos, com ocorrência de veranicos e secas, além de chuvas com alta intensidade em forma de tempestades, tem despertado o interesse dos participantes da cadeia produtiva de grãos, e não é diferente no município de Londrina, estado do Paraná.

O município de Londrina tem o clima descrito, segundo a classificação climática de Köppen, clima subtropical úmido (Cfa), com temperatura do ar no mês mais frio abaixo de 18°C e no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, porém sem estação seca definida (Nitsche et al., 2019).

A Embrapa Soja, unidade descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) situada no município de Londrina, está localizada na porção norte do município, nas divisas com os municípios de Ibiporã e Sertãozinho e ainda localizada próxima à divisa com o município de Bela Vista do Paraíso. A Embrapa Soja possui estação meteorológica que permite a coleta e a análise de dados para avaliação agrometeorológica. Estes dados são de suma importância para a caracterização e a avaliação das condições climáticas ocorridas durante a safra de grãos no período da primavera/verão (setembro de 2023 a março de 2024).

Sabendo-se que existe uma variabilidade inerente à distribuição da precipitação pluviométrica no município de Londrina (Ferreira et al., 2017), este trabalho tem o objetivo de analisar o período da safra de grãos 2023/2024 em relação as condições climáticas ocorridas na porção norte do município de Londrina-PR.

## Material e Métodos

A safra de grãos é considerada de verão, porém a semeadura inicia-se ainda na primavera e a condução da lavoura se estende até próximo ao final do verão. Neste trabalho considerou-se o período compreendido entre os meses de setembro de 2023 e março de 2024. No município de Londrina, as janelas de semeadura preconizadas pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) tem início no segundo decêndio do mês de setembro para as culturas tradicionalmente semeadas neste período.

A estação meteorológica da Embrapa Soja está em operação desde 1991, coletando dados de chuva acumulada diariamente, além de temperatura do ar e outras variáveis meteorológicas. A normal climatológica para esta área, estabelecida por Farias et al. (2021), foi utilizada na comparação do período estudado em relação ao comportamento histórico das variáveis.

Neste trabalho foram utilizados os dados diários de precipitação pluviométrica acumulada (mm), temperatura do ar máxima, mínima e média (°C), e calculou-se o balanço hídrico climatológico sequencial decendial, conforme Sibaldelli et al. (2024). Os dados diários de chuva e de temperatura do ar foram condensados mensalmente.

## Resultados e Discussão

A precipitação pluviométrica ocorrida diariamente nos meses de setembro de 2023 a março de 2024, foi acumulada mensalmente e calculou-se o desvio de precipitação ocorrida em relação à Normal Climatológica. Estes desvios são apresentados na Figura 1A, onde se pode analisar a ocorrência mensal de chuvas abaixo da média histórica, com exceção do mês de outubro. Nestes 7 meses, o total acumulado de precipitação pluviométrica foi de 748,1 mm, contra 1.037,4 mm da Normal Climatológica.

Além da ocorrência de precipitação pluviométrica abaixo da média histórica, as temperaturas do ar foram acima das registradas na Normal Climatológica (Figura 1B), com exceção na temperatura mínima do ar ocorrida em alguns dias do mês de janeiro de 2024.

Com a ocorrência de precipitações pluviométricas abaixo da média histórica e temperaturas do ar acima das médias históricas, a demanda por água deve também ter sido afetada.

Para esta análise foi calculado o balanço hídrico climatológico sequencial decendial (Figura 1C), onde nota-se que houve deficiência hídrica nos meses onde normalmente ocorreria o enchimento de grãos das lavouras. Por esta razão, é de fundamental importância a análise do período em questão, avaliando-se o momento específico de semeadura de lavouras no município de Londrina-PR.

Houve período de deficiência hídrica no mês de setembro, o que deve ter atrasado a semeadura das lavouras para o mês de outubro, único mês onde não houve precipitação pluviométrica abaixo do normal (Figura 1A). Já no início do mês de novembro houve deficiência hídrica no primeiro decêndio. Nos meses de dezembro, janeiro e até meados de fevereiro também ocorreu déficit hídrico (Figura 1C).

## Conclusão

O período analisado mostra uma grande restrição hídrica nesta última safra de grãos ocorrida no município de Londrina-PR, face aos menores volume de chuva e às elevadas demandas por água em função de temperaturas mais altas do que o normal.

Portanto, cada vez mais deve-se levar em consideração a ocorrência dos eventos extremos em relação a distribuição hídrica e também a maior demanda ocasionada pelas altas temperaturas. Sugere-se a atenção para um bom manejo agrícola, com elevada assertividade das boas práticas agrícolas visando o sucesso na atividade econômica ligada as lavouras tradicionais de grãos.

## Referências

FARIAS, J. R. B.; SIBALDELLI, R. N. R.; GONÇALVES, S. L. **Caracterização e normal climatológica da fazenda experimental da Embrapa Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 50 p. (Embrapa Soja. Documentos, 439).

FERREIRA, R. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; MORAIS, H.; ABI SAAB, O. J. G.; FARIAS, J. R. B. Spatial variability of meteorological observations and impacts on regional estimates of soybean grains productivity. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2265-2278, 2017.

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.

SIBALDELLI, R. N. R.; CRUSIOL, L. G. T.; SILVA, B. M. da; GONÇALVES, S. L.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2023**. Londrina: Embrapa Soja, 2024. 34 p. (Embrapa Soja. Documentos, 460).

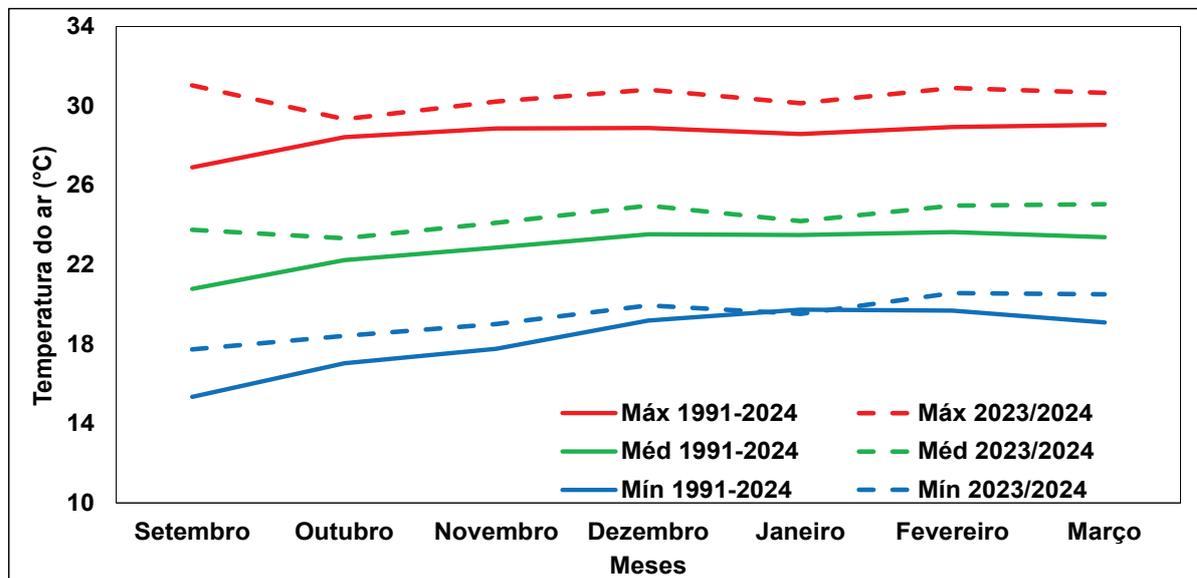
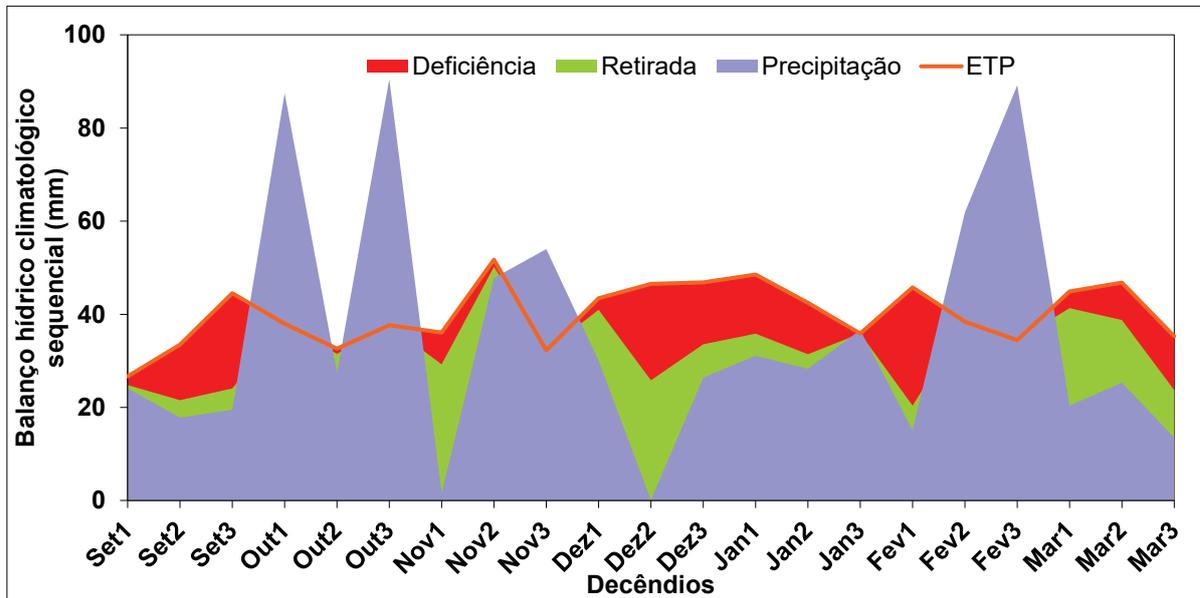
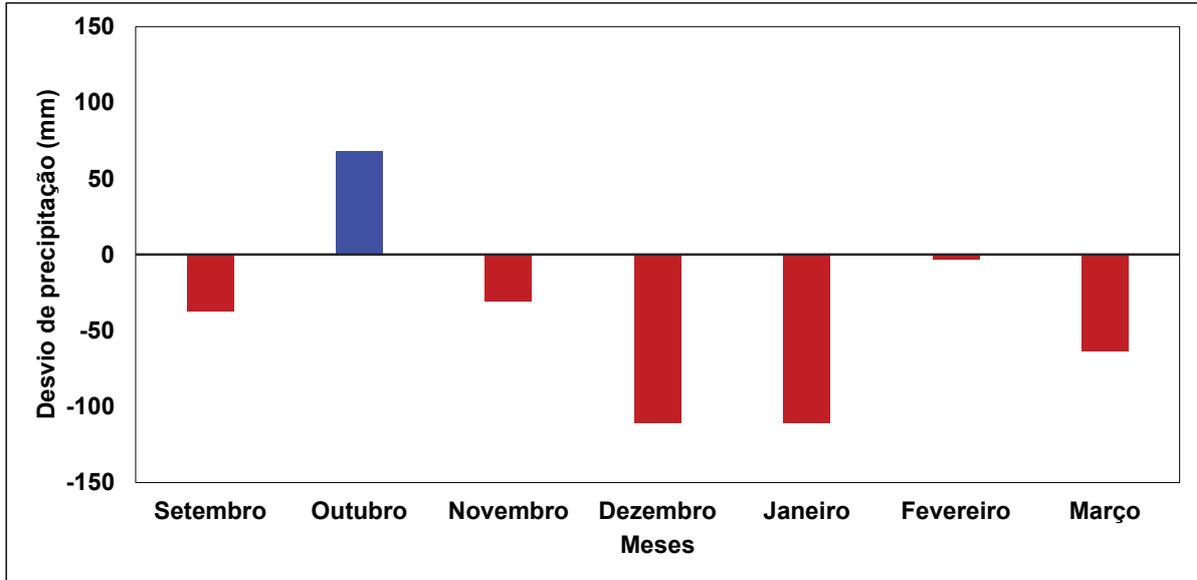


Figura 1. Desvios de precipitação em relação a normal climatológica (A), temperatura do ar (B) e balanço hídrico climatológico sequencial decendial (C).

## ÉPOCAS DE SEMEADURA PARA REAÇÃO À PODRIDÃO DE GRÃOS DA SOJA

FARIAS NETO, A. L. <sup>(1)</sup>; PEGO, S. P. S. <sup>(2)</sup>; LULU, J. <sup>(2)</sup>; RAMOS JUNIOR, E. U. <sup>(3)</sup>; COSTA, D. A. D. <sup>(4)</sup>; MOREIRA, E. A. <sup>(5)</sup>; GHENO, E. N. <sup>(6)</sup>; BELUFI, L. M. R. <sup>(7)</sup>; PITTELKOW, F. <sup>(7)</sup>; LOCATELLI, M. <sup>(8)</sup>; BERGAMIN, A. C. <sup>(9)</sup>; MUNIZ, F. <sup>(10)</sup>; TOMEN, A. <sup>(11)</sup>; CONSTATINO, E. J. <sup>(12)</sup>  
<sup>(1)</sup>Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; <sup>(2)</sup>Embrapa Agrossilvipastoril; <sup>(3)</sup>Embrapa Soja; <sup>(4)</sup>Fundação Mato Grosso; <sup>(5)</sup>Fitolab; <sup>(6)</sup>CEPCEN; <sup>(7)</sup>Fundação Rio Verde; <sup>(8)</sup>HO; <sup>(9)</sup>UFRO; <sup>(10)</sup>BASF; <sup>(11)</sup>Proteplan; <sup>(12)</sup>EPR.

### Introdução

A podridão de grãos em soja é observada a partir do início do enchimento de grãos, no estágio R5. Externamente, as vagens podem apresentar sintomas de encharcamento e/ou escurecimento, sem abertura visível e quando abertas, apresentam apodrecimento dos grãos. A presença de vagens sintomáticas e os grãos apodrecidos ocorrem de forma aleatória na planta e na vagem, respectivamente, não necessariamente acometendo todos os grãos (Kudlawiec et al., 2023). As primeiras áreas infectadas com plantas sintomáticas foram observadas em pequenas áreas na safra de 2018/2019 e, desde então, a área atingida e as perdas em produtividade apresentaram um aumento significativo.

Até o momento, ainda não existe uma definição concreta do(s) agente(s) causal(is) da podridão de grãos de soja. Os fungos que predominam nos isolamentos a partir dos grãos e vagens (com e sem sintomas) são diferentes espécies de *Diaporthe*, *Fusarium*, *Colletotrichum* e, em algumas safras, também foi observada alta incidência de mancha-púrpura nos grãos, causada por *Cercospora* spp. Na soja, fungos dos gêneros *Phomopsis*/*Diaporthe* causam várias doenças, entre elas a podridão de grãos, na qual o principal dano é a má qualidade de grãos e sementes, com redução na germinação e emergência de plântulas. Os fatores que desencadeiam a maior frequência de apodrecimento de grãos por esses patógenos nessas regiões ainda estão em estudo (Kudlawiec et al., 2023).

Não existem até o momento, estudos da influência de épocas de semeadura na incidência de podridão de grãos da soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de cultivares de soja para reação à podridão de grãos de soja em diferentes épocas de semeadura.

### Material e Métodos

O experimento foi composto por nove cultivares OGM, distribuídas da seguinte forma: três cultivares com reação de resistência à podridão (RES), três cultivares com reação intermediária de resistência (MRES) e três cultivares com reação de suscetibilidade (SUS) (Tabela 1). Essa classificação aproximada foi fundamentada em observações no nível de lavouras e em áreas demonstrativas de soja conduzidas no ano agrícola 2021/2022.

A população de plantas utilizada foi definida pelos obtentores e em épocas de semeadura recomendadas para os estados de Mato Grosso e Rondônia. Foram instalados e conduzidos 10 experimentos, em 10 locais e em três épocas de semeadura, conforme Tabela 2. A adubação foi realizada de acordo com as análises de solo de cada local de semeadura, seguindo as recomendações para a cultura da soja. O controle de insetos foi realizado conforme as recomendações da cultura. O controle químico com fungicidas foi uniformizado com quatro aplicações durante o ciclo da cultura, sendo a primeira aplicação aos 40 dias após a emergência, a segunda aplicação 15 dias após a primeira aplicação, a terceira aplicação 15 dias após a segunda e a quarta aplicação na fase de enchimento de grãos.

**Tabela 1.** Cultivares utilizadas nos experimentos de épocas de semeadura, empresas detentoras, grau de maturidade (GM), reação à podridão de grãos e população de plantas (plantas/ha) recomendada.

Cultivar	Detentora	GM <sup>(1)</sup>	Reação à podridão de grãos <sup>(2)</sup>	População (mil plantas/ha)
BMX Desafio RR	Brasmax	7.4	SUSC	400
TMG 2776 IPRO	TMG	7.6	SUSC	200
BMX Origem IPRO	Brasmax	8.1	MRES	280
NS 8109 IPRO	Nideira	8.1	RES	255
M 8220 I2x	Monsoy	8.2	RES	260
HO Coxim IPRO	HO	8.2	RES	220
SYN 2282 IPRO	Syngenta	8.2	MRES	250
HO Cristalino IPRO	HO	8.3	SUSC	230
TMG 2383 IPRO	TMG	8.3	MRES	270

<sup>(1)</sup> GM = grau de maturidade.

<sup>(2)</sup> SUS = suscetível; MRES = moderadamente resistente; RES = resistente.

**Tabela 2.** Instituições, municípios, estados e datas de semeadura dos experimentos de épocas de semeadura com cultivares de soja OGM.

Instituição	Município/Estado	Época 1	Época 2	Época 3
Embrapa Agrossilvipastoril	Sinop, MT	13/10/2022	22/10/2022	4/11/2022
EPR Consultoria e Pesquisa	Sinop, MT	17/10/2022	28/10/2022	7/11/2022
Fundação Mato Grosso	Nova Mutum, MT	17/10/2022	1o/11/2022	17/11/2022
Fundação Mato Grosso	Sorriso, MT	20/10/2022	1o/11/2022	11/11/2022
Proteplan Pesquisa e Assessoria Agrícola Ltda	Sorriso, MT	15/10/2022	25/10/2022	31/10/2022
Centro de Pesquisa Cealero do Norte (CPCEN)	Sorriso, MT	12/10/2022	25/10/2022	7/11/2022
Fitolab Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola	Sorriso, MT	15/10/2022	27/10/2022	5/11/2022
Fundação Rio Verde	Lucas do Rio Verde	14/10/2022	28/10/2022	9/11/2022
Fundação Mato Grosso	Nova Mutum, MT	14/10/2022	27/10/2022	11/11/2022
Universidade Federal de Rondônia	São Miguel do Guaporé, RO	25/10/2022	1/11/2022	10/11/2022

Nos experimentos de épocas de semeadura, utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por no mínimo quatro linhas de cinco metros de comprimento. As sementes utilizadas nos experimentos provieram de um mesmo lote para cada cultivar. Para a avaliação da incidência de podridão nas vagens e nos grãos, adotou-se a metodologia proposta pela Embrapa (Farias Neto; Wruck, 2022). Resumidamente, a avaliação das vagens envolveu uma amostragem de 10 plantas por parcela no estádio R6, contando o número total de vagens e o número de vagens com sintomas para estimar a porcentagem de vagens com sintomas (VA). Quanto à produtividade de grãos, as parcelas foram colhidas, a umidade dos grãos foi determinada e, após a pesagem, a produtividade final (kg/ha) foi corrigida para 13% de umidade. A produtividade corrigida (prod<sub>c</sub> em kg/ha) descontou a tolerância de 8% de grãos avariados na comercialização, conforme Instrução Normativa do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) n° 11, de 15 de maio de 2007 (Brasil, 2007). A quantificação dos grãos avariados (GA) ocorreu por meio da separação de amostras das parcelas após a colheita, utilizando amostras de cerca de 150 g por parcela. A classificação visual seguiu a Instrução Normativa do Mapa n° 11, de 15 de maio de 2007 (Brasil, 2007). As análises foram realizadas no sistema SAS/STAT software (SAS, 2016), utilizando os procedimentos proc GLM e proc glimmix para o ajuste dos modelos. Para comparações múltiplas de médias, adotou-se o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na Tabela 3 revelaram que, na primeira época de plantio, a incidência da podridão foi superior à segunda, que, por sua vez, foi superior à terceira época para grãos avariados (GA) e produtividade (prod). Para vagens avariadas (VA), a primeira época foi superior à segunda e terceira épocas, que foram estatisticamente similares.

Quando se corrigiu a produtividade, descontando grãos com mais de 8% de avariados (prodc), as estimativas se igualaram estatisticamente aos dados de prod, devido às altas estimativas de GA na primeira época em comparação com a segunda e a terceira épocas.

Os resultados obtidos são importantes para o planejamento de plantio e escolha de cultivares pelo produtor. Os dados sugerem o plantio de cultivares com maior nível de resistência em plantios mais precoces.

Conforme detalhado na Tabela 1, as cultivares do experimento de épocas de semeadura foram agrupadas em três níveis de resistência, sendo três cultivares resistentes, três moderadamente resistentes e três suscetíveis à podridão. Ao avaliar os resultados agrupando as cultivares por níveis de reação (Tabela 4), observa-se que o comportamento das cultivares com diferentes níveis de reação mostrou-se coerente com a classificação de reação à podridão observada a campo no ano anterior. As cultivares agrupadas no grupo RES mostraram estimativas de VA e GA inferiores às cultivares do nível MRES e SUS para VA e GA. Embora a escolha das cultivares tenha sido baseada em poucos dados no ano agrícola 2021/2022, os resultados mostraram que a escolha das cultivares foi acertada.

**Tabela 3.** Análise conjunta experimento de épocas de semeadura. Época de semeadura, estimativa de vagens com sintomas de podridão de grãos, VA (%), de grãos avariados (GA %), de produtividade de grãos (prod em kg/ha a 13% de umidade) e de produtividade corrigida descontada a tolerância de 8% de grãos avariados na comercialização dos grãos (prodc em kg/ha a 13% de umidade).

Época de semeadura	VA <sup>(1)</sup> (%)	GA <sup>(2)</sup> (%)	prod <sup>(3)</sup> (kg/ha)	prodc <sup>(4)</sup> (kg/ha)
1	14,20 A	12,65 A	3.425,35 A	3.262,76 A
2	12,72 B	7,38 B	3.275,61 B	3.200,16 A
3	12,40 B	3,93 C	3.216,60 B	3.198,89 A

<sup>(1)</sup> VA = vagens avariadas – estimativas médias de FRV, Coacen, Embrapa. <sup>(2)</sup> GA = grãos avariados – estimativas médias de FRV, Coacen, FMT-Nova Mutum, FMT-Sorriso, Fitolab Sorriso, RO-Ariquemes e Proteplan. <sup>(3)</sup> Prod = produtividade – estimativas médias de Embrapa, FRV, Coacen, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, Fitolab Sorriso, Fitolab, RO-Ariquemes e Proteplan. <sup>(4)</sup> Prodc = produtividade corrigida – estimativas médias de Embrapa, FRV, Coacen, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, Fitolab Sorriso, Fitolab, RO-Ariquemes e Proteplan. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

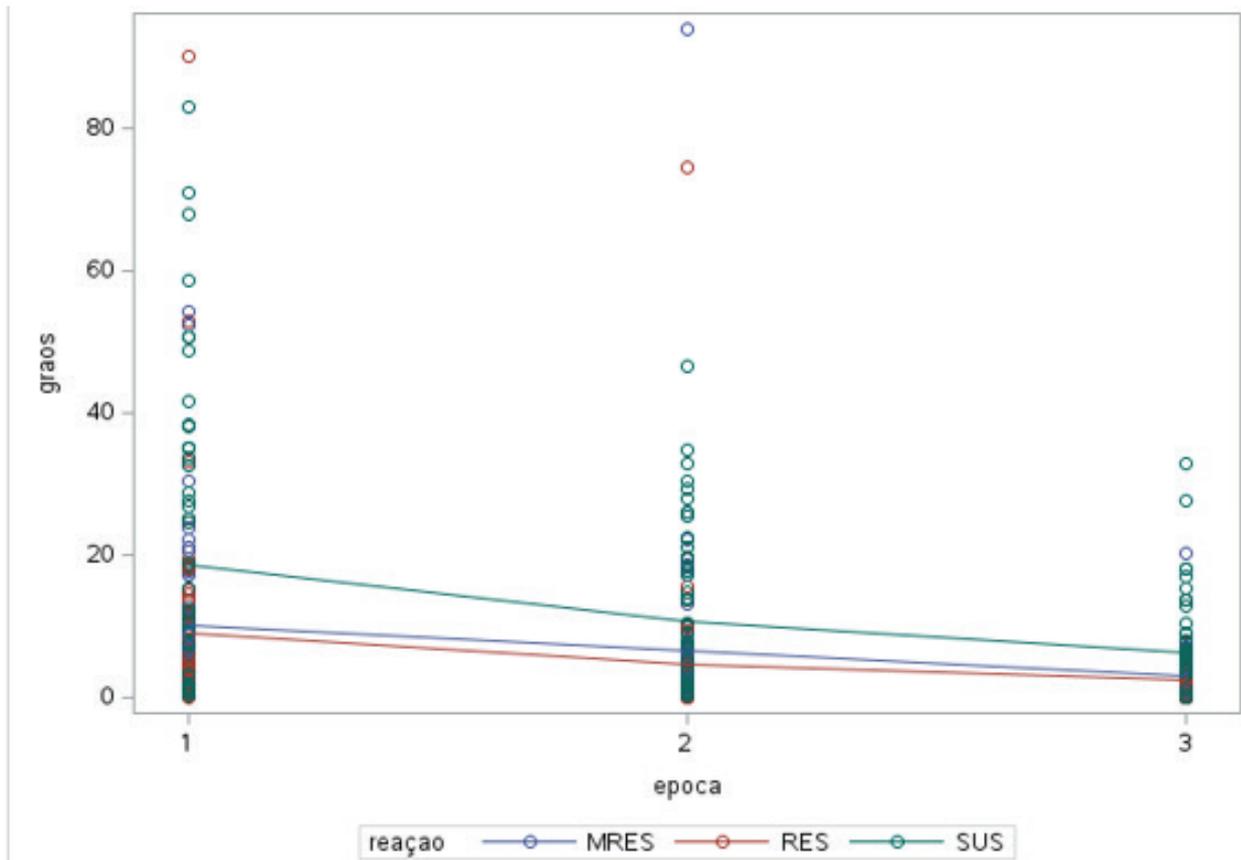
Para as variáveis produtividade (prod) e produtividade corrigida (prodc), os resultados sugerem uma forte influência da podridão de grãos na produtividade. As cultivares do nível RES apresentaram valores superiores às do nível MRES, que, por sua vez, foram superiores às do nível SUS (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise conjunta de épocas de semeadura. Níveis de reação à podridão, estimativa de vagens com sintomas de podridão de grãos, VA (%), de grãos avariados (GA %), de produtividade de grãos (prod em kg/ha a 13% de umidade) e de produtividade corrigida descontada a tolerância de 8% de grãos avariados na comercialização dos grãos (prodc em kg/ha a 13% de umidade).

Nível de reação à podridão*	VA <sup>(1)</sup> (%)	GA <sup>(2)</sup> (%)	prod <sup>(3)</sup> (kg/ha)	prodc <sup>(4)</sup> (kg/ha)
SUS	24,24 A	11,94 A	3.196,64 C	3.050,68 C
MRES	10,02 B	6,64 B	3.326,62 B	3.257,89 B
RES	6,44 C	5,40 B	3.404,38 A	3.354,12 A

<sup>(1)</sup> VA = vagens avariadas. <sup>(2)</sup> GA = grãos avariados. <sup>(3)</sup> Prod = produtividade. <sup>(4)</sup> Prodc = produtividade corrigida. \*SUS = suscetíveis a podridão; MRES = moderadamente resistente à podridão; RES - resistente à podridão. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Outro resultado importante observado no presente trabalho é que as cultivares dos três níveis de reação à podridão apresentaram comportamento similar ao longo das épocas de semeadura, com as estimativas de GA diminuindo ao longo delas (Figura 1). Esse fato reforça a importância de um bom manejo para a podridão, com boas escolhas de cultivares e épocas de semeadura.



**Figura 1.** Comportamento de cultivares de diferentes níveis de reação à podridão (eixo vertical) em três épocas de semeadura (eixo horizontal).

## Conclusão

A incidência de podridão de grãos e a produtividade de grãos foram maiores nas semeaduras mais precoces, em meados de outubro. Entretanto, a produtividade corrigida foi similar nas épocas de semeadura.

Os dados sugerem, de uma forma geral, que a semeadura de cultivares com maior nível de resistência seja realizada em épocas mais precoces. É fundamental que, para o controle e manejo da podridão, sejam considerados a reação das cultivares, assim como o controle químico e as datas de semeadura. A podridão de grãos tem uma forte influência negativa na produtividade de grãos.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 16 maio 2007. seção 1. disponível em: <https://sistemasweb.cultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortaIMapachave=1194426968>. Acesso em: 19 set. 2023.

FARIAS NETO, A. L. de; WRUCK, D. S. M. **Metodologia para avaliação a campo e em laboratório de linhagens/cultivares de soja para podridão de vagens e grãos**. 2. ed. rev. Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril; Londrina: Embrapa Soja, 2022. 7 p. (Embrapa. Comunicado Técnico, s/n). Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/67771682/Boletim+Metodologia+para+avalia%C3%A7%C3%A3o+a+campo+e+em+laborat%C3%B3rio+de+linhagens-cultivares+de+soja+para+podrid%C3%A3o+de+vagens+e+gr%C3%A3os.pdf/68c48bbe-a919-1d84-f0f5-b93fe68b72fa>. Acesso em: 10 jun. 2024.

KUDLAWIEC, K.; TOMEN, A.; BERGAMIN, A. C.; MIGUEL-WRUCK, D. S.; MOREIRA, E. N.; GHENO, E. A.; POLETTO, E. M.; CONSTANTINO, E. J.; ROJAS, E. P.; ARAÚJO JÚNIOR, I. V.; CACIQUE, I. S.; ASCARI, J. P.; BERGAMIN, L. P. P.; BELUFI, L. M. de R.; ZULLI, M. R.; MÜLLER, M. A.; BONALDO, S. M.; GODOY, C. V.; LOPES, I. de O. N.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D. **Eficiência de fungicidas para o controle da podridão de grãos da soja, na safra 2022/2023**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2023. 32 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 197).

SAS. **SAS/STAT software**: versão 9.4. Cary: SAS Institute Inc., c2016.



# **Comissão de Entomologia**

## DIFERENTES DOSES DE INSETICIDAS NO CONTROLE DO PERCEVEJO MARROM *Euschistus heros* (Fabr. 1794) NA CULTURA DA SOJA

BELLETTINI, S.<sup>(1)</sup>; CISCON, G. P.<sup>(2)</sup>; OLIVEIRA, L. G. P. DE<sup>(2)</sup>; SILVA JUNIOR, M. A.<sup>(2)</sup>; MENEGUETI, L. D.<sup>(2)</sup>; CARNEIRO, G. J.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus "Luiz Meneghel" - UENP/CLM; <sup>(2)</sup> Acadêmicos de Agronomia da UENP/CLM.

### Introdução

O percevejo marrom é uma das pragas mais importantes na cultura da soja e, devido a sucção de seiva, as vagens ficam marrons, chochas, redução da qualidade de sementes, porcentagem de germinação e diminuição do teor de óleo nas sementes. Para Roggia et al. (2020), o nível de controle é de 2 percevejos maiores que 3 mm por metro. Instalou-se experimento com objetivo de avaliar o controle do percevejo marrom com diferentes doses de inseticidas.

### Material e Métodos

O experimento foi instalado na Estação Dashen Consultoria e Pesquisa Agronômica Ltda, Bandeirantes, PR, utilizando cultivar MONSOY 6410 IPRO, tratadas com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (Standak Top 200 mL/100 kg de sementes), inoculadas com Adhere 60 na dose de 60 g/50 kg de sementes, semeadas no espaçamento de 0,45 m entrelinhas com 13 sementes por metro. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 9 tratamentos e 4 repetições, parcelas de 32,4 m<sup>2</sup> (5,4 m x 6 m).

Foram efetuadas 3 aplicações com intervalos de 10 dias dos inseticidas em i.a./ha: T1- acefato + bifentrina (Feroce) 704; T2- acefato + bifentrina (Feroce) 880 g; T3- acetamiprido + bifentrina (Sperto) 125 g; T4- acefato (Perito 970 SG) 970 g; T5- tiametoxam + lambdialotrina (Engeo Pleno S) 61,75 g; T6- imidacloprido + bifentrina (Galil SC) 120 g; T7- dinotefuram + lambdialotrina (Zeus) 66 g; T8- sulfoxaflor + lambdialotrina (Expedition) 75 g e T9- testemunha (sem inseticida). Para a aplicação utilizou-se pulverizador de pressão constante (CO<sub>2</sub>), barra de 2,5 m com 6 pontas Albus ATR 80, espaçados de 50 cm, pressão de 3 kgf cm<sup>-2</sup>, taxa de aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup> e a cultura entre os estádios R<sub>5</sub> e R<sub>6</sub>. Avaliações foram realizadas em pré-contagem, aos 3 e 10 DA1A, 3 e 10 DA2A e 3 e 10 DA3A (Dias após a primeira, segunda e terceira aplicação). Em cada avaliação fez-se 04 amostragens ao acaso por parcela, através do "método do pano", contando os adultos e ninfas de percevejo marrom vivos, caídos sobre o pano. Para a análise estatística, os dados foram transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$ , aplicando-se os testes F e Tukey, conforme Canteri et al. (2001). A porcentagem de eficiência foi calculada através dos dados originais, pela fórmula de Abbott (1925). Avaliou-se também, a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>.

### Resultados e Discussão

Nas médias originais e transformadas do número de adultos e ninfas (Tabelas 1 e 2), verifica-se na pré-contagem distribuição homogênea da praga nos tratamentos e a análise estatística não foi significativa. Aos 3 e 10 DA1A, 3 e 10 DA2A e 3 e 10 DA3A, os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento estatístico entre si e diferiram significativamente da testemunha. As eficiências de controle nas avaliações, foram iguais ou superior à 81%, para adultos e ninfas (Tabela 3 e 4). Os tratamentos apresentaram maiores produtividades comparados à testemunha (Tabela 5).

**Tabela 1.** Médias de adultos de percevejo marrom vivos.

Trat.	Pré-contagem		Dias Após a Aplicação																		
			3 DA1A		10 DA1A		3 DA2A		10 DA2A		3 DA3A		10 DA3A								
	X	MT	X	MT	X	MT	X	MT	X	MT	X	MT	X	MT							
T1	1,3	1,2	a	1,3	1,3	a	1,5	1,3	a	0,8	1,1	a	1,5	1,3	a	0,5	0,9	a	1,5	1,3	a
T2	1,5	1,2	a	0,8	1,1	a	1,0	1,1	a	0,3	0,8	a	1,0	1,1	a	0,5	1,0	a	1,0	1,1	a
T3	1,8	1,4	a	0,5	0,9	a	0,5	0,9	a	0,3	0,8	a	0,8	0,9	a	0,3	0,8	a	0,8	1,1	a
T4	1,5	1,3	a	1,0	1,1	a	1,3	1,2	a	0,5	0,9	a	1,3	1,2	a	0,5	0,9	a	1,0	1,2	a
T5	1,0	1,2	a	0,8	1,1	a	0,8	1,1	a	0,3	0,8	a	0,8	1,0	a	0,3	0,8	a	0,5	0,9	a
T6	1,5	1,3	a	0,8	1,0	a	0,8	1,0	a	0,5	1,0	a	0,8	1,0	a	0,3	0,8	a	1,5	1,3	a
T7	1,8	1,4	a	1,3	1,2	a	1,0	1,1	a	0,5	1,0	a	1,0	1,1	a	0,5	0,9	a	1,5	1,3	a
T8	1,8	1,2	a	1,5	1,3	a	1,0	1,2	a	0,3	0,8	a	1,0	1,2	a	0,8	1,1	a	1,3	1,2	a
T9	1,5	1,4	a	7,8	2,8	b	8,5	2,2	b	9,5	3,1	b	8,8	2,2	b	6,5	2,5	b	9,3	3,0	b
CV %	50,2		36,8		47,9		30,1		44,8		43,3		41,8								

**Tabela 2.** Médias de ninfas de percevejo marrom vivos.

Trat.	Pré-contagem		Dias Após a Aplicação																		
			3 DA1A		10 DA1A		3 DA2A		10 DA2A		3 DA3A		10 DA3A								
	X	MT	X	MT	X	MT	X	MT	X	MT	X	MT	X	MT							
T1	0,8	1,1	a	0,5	0,9	a	0,5	0,9	a	0,5	0,9	a	0,8	1,1	a	0,5	1,0	a	0,5	1,0	a
T2	0,8	1,1	a	0,3	0,8	a	0,3	0,8	a	0,0	0,7	a	0,8	1,1	a	0,5	1,0	a	0,3	0,8	a
T3	1,0	1,1	a	0,0	0,7	a	0,5	1,0	a	0,0	0,7	a	0,3	0,8	a	0,3	0,8	a	0,0	0,7	a
T4	0,8	1,0	a	0,3	0,8	a	0,3	0,8	a	0,3	0,8	a	0,8	1,1	a	0,5	1,0	a	0,8	1,1	a
T5	1,0	1,1	a	0,5	0,9	a	0,0	0,7	a	0,0	0,7	a	0,5	1,0	a	0,5	1,0	a	0,0	0,7	a
T6	0,8	1,1	a	0,3	0,8	a	0,3	0,8	a	0,3	0,8	a	0,8	1,1	a	1,0	1,1	a	0,5	0,9	a
T7	1,0	1,1	a	0,3	0,8	a	0,3	0,8	a	0,3	0,8	a	0,8	1,1	a	0,8	1,1	a	0,8	1,1	a
T8	1,0	1,1	a	0,3	0,8	a	0,8	1,0	a	0,3	0,8	a	0,8	1,0	a	0,8	1,1	a	1,3	1,3	a
T9	1,0	1,1	a	2,8	1,8	b	5,3	2,4	b	5,8	2,4	b	7,0	2,6	b	7,3	2,8	b	6,8	2,7	b
CV %	46,6		41,3		56,0		29,5		40,0		35,7		32,3								

X - Médias originais MT - Médias transformadas para  $\sqrt{x + 0,5}$ . Médias seguidas de mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Porcentagem de eficiência no controle de adultos.

Tratamentos	DOSES g i.a. ha <sup>-1</sup>	DA1A		DA2A		DA3A	
		3	10	3	10	3	10
1. acefato + bifentrina (Feroce)	704	84	82	92	83	92	84
2. acefato + bifentrina (Feroce)	880	90	88	97	89	92	89
3. acetamiprido + bifentrina (Sperto)	125	94	94	97	91	96	92
4. acefato (Perito 970 SG)	970	87	85	95	86	92	89
5. tiametoxam + lambdialotrina (Engeo Pleno S)	61,75	90	91	97	91	96	95
6. imidacloprido + bifentrina (Galil SC)	120	90	91	95	91	96	95
7. dinotefuram + lambdialotrina (Zeus)	66	84	88	95	89	96	84
8. sulfoxaflor + lambdialotrina (Expedition)	75	81	88	97	89	92	84
9. testemunha (sem inseticida)	-	-	-	-	-	-	-

**Tabela 4.** Porcentagem de eficiência no controle de ninfas.

Tratamentos	DOSES g i.a. ha <sup>-1</sup>	DA1A		DA2A		DA3A	
		3	10	3	10	3	10
1. acefato + bifentrina (Feroce)	704	82	90	91	89	93	93
2. acefato + bifentrina (Feroce)	880	91	95	100	89	93	96
3. acetamiprido + bifentrina (Sperto)	125	100	90	100	96	97	100
4. acefato (Perito 970 SG)	970	91	95	96	89	93	89
5. tiametoxam + lambdialotrina (Engeo Pleno S)	61,75	82	100	100	93	93	100
6. imidacloprido + bifentrina (Galil SC)	120	91	95	96	89	86	93
7. dinotefuram + lambdialotrina (Zeus)	66	91	95	96	89	90	89
8. sulfoxaflor + lambdialotrina (Expedition)	75	91	86	96	89	90	81
9. testemunha (sem inseticida)	-	-	-	-	-	-	-

DA1A, DA2A e DA3A (Dias após a primeira, segunda e terceira aplicação, respectivamente)

**Tabela 5.** Produtividade dos tratamentos.

Tratamentos	DOSES g i.a. ha <sup>-1</sup>	Produtividade kg/ha
1. acefato + bifentrina (Feroce)	704	3416 a
2. acefato + bifentrina (Feroce)	880	3730 a
3. acetamiprido + bifentrina (Sperto)	125	4094 a
4. acefato (Perito 970 SG)	970	4137 a
5. tiametoxam + lambdialotrina (Engeo Pleno S)	61,75	4091 a
6. imidacloprido + bifentrina (Galil SC)	120	3857 a
7. dinotefuram + lambdialotrina (Zeus)	66	3823 a
8. sulfoxaflor + lambdialotrina (Expedition)	75	3355 a
9. testemunha (sem inseticida)	-	1820 b
CV%		7,4

## Conclusão

Os inseticidas apresentaram eficiência igual ou superior a 81% no controle de adultos e ninfas de percevejo marrom aos 3 e 10 dias após a primeira, segunda e terceira aplicação, bem como maiores produtividades.

## Referências

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v.18, p. 265-267, 1925.

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

ROGGIA, S.; BUENO, A. de F.; FERREIRA, B. S. C.; SÓSA-GOMEZ, D. R.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; HIROSE, E.; GAZZONI, D. L.; PITTA, R. M.; PEREIRA, P. R. V. da S.; OLIVEIRA, C. M. de; OLIVEIRA, F. T. de. Manejo integrado de pragas. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). *Tecnologias de produção de soja*. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 197-226. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).

## DISPOSITIVO PARA COLETA DE IMAGENS ESTRUTURADAS DE MOSCA BRANCA *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) PARA O TREINAMENTO DE VISÃO COMPUTACIONAL

HIROSE, E.<sup>(1)</sup>; SANTOS, J. H. W. M. M.<sup>(2)</sup>; JUVENCIO, A.<sup>(3)</sup>; GIL, H. P. V.<sup>(3)</sup>; PINHEIRO, P. V.<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>Centro Universitário de Goiás; <sup>(3)</sup>Universidade Federal de Goiás; <sup>(4)</sup>Embrapa Arroz e Feijão.

### Introdução

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), é uma praga que tem causado grandes preocupações aos produtores de soja na região central do Brasil. Ela também ataca várias culturas outras agrícolas do Cerrado, incluindo tomate, feijão e algodão (Hirose et al., 2010).

Esse inseto provoca danos diretos, como a sucção da seiva, além de danos indiretos, como a transmissão de viroses e o desenvolvimento do fungo *Capnodium* sp. nas folhas, conhecido como fumagina (Naranjo; Flint, 1995; Suekane et al., 2013). Por isso, dependendo do nível populacional da praga, pode ser necessário recorrer ao controle químico.

O principal desafio para o sucesso das medidas de controle da mosca-branca em qualquer cultura é determinar o momento certo para intervir, antes que a população da praga cause prejuízo econômico (Vieira et al., 2013). Para isso, é fundamental estabelecer um sistema de monitoramento rápido e confiável, minimizando erros humanos, como na contagem dos insetos e na transcrição de dados.

Pereira et al. (2022) demonstraram em laboratório, com base em imagens capturadas por uma câmera digital, a viabilidade de usar visão computacional para quantificar e classificar os estágios de desenvolvimento da *B. tabaci*.

Assim, este trabalho apresenta um dispositivo acoplado a um smartphone que permite capturar imagens padronizadas de folhas infestadas com ninfas de mosca-branca em condições de campo. Essas imagens serão analisadas quanto à qualidade de resolução para contagem manual e para treinamento de modelos de visão computacional baseados em aprendizado de máquina.

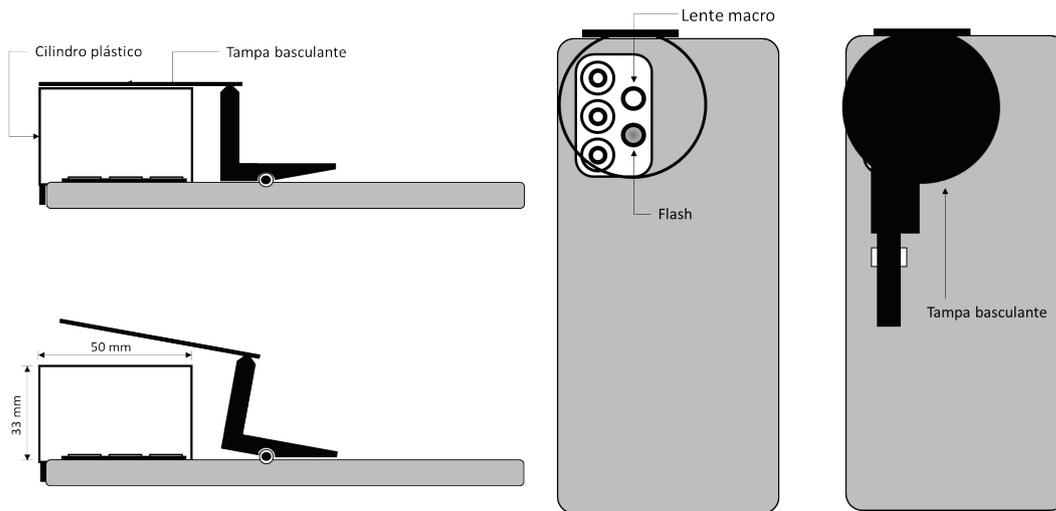
### Material e Métodos

Um dispositivo foi construído e customizado para ser utilizado com um smartphone modelo A52s da marca Samsung. O dispositivo consiste em um cilindro de plástico retificado com 50 mm de diâmetro e 33 mm de altura, centralizado na câmera macro (4 MP com abertura f/2.4) do smartphone. Na outra extremidade do cilindro, foi adaptada uma tampa basculante (Figura 1). A tampa permite imobilizar a folha para a captura de imagens a uma distância focal constante e com uma área conhecida.

Foi utilizado o aplicativo padrão da câmera, ajustado para captar imagens em formato JPEG na proporção 1:1 com resolução de 1920 x 1920 pixels, representando uma área amostral de 6,8 cm<sup>2</sup> da folha. A iluminação para a tomada das imagens foi fornecida pelo próprio sistema de flash da câmera.

O equipamento (dispositivo + smartphone) foi testado para avaliar sua praticidade de uso em uma casa de vegetação com plantas de feijão na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, Goiás.

As imagens coletadas foram transferidas para um computador, a contagem manual dos elementos (estágios de desenvolvimento de *B. tabaci*) e a extração dos metadados (arquivo EXIF) foram realizadas com o auxílio do software livre ImageJ (<https://imagej.net/ij/>).

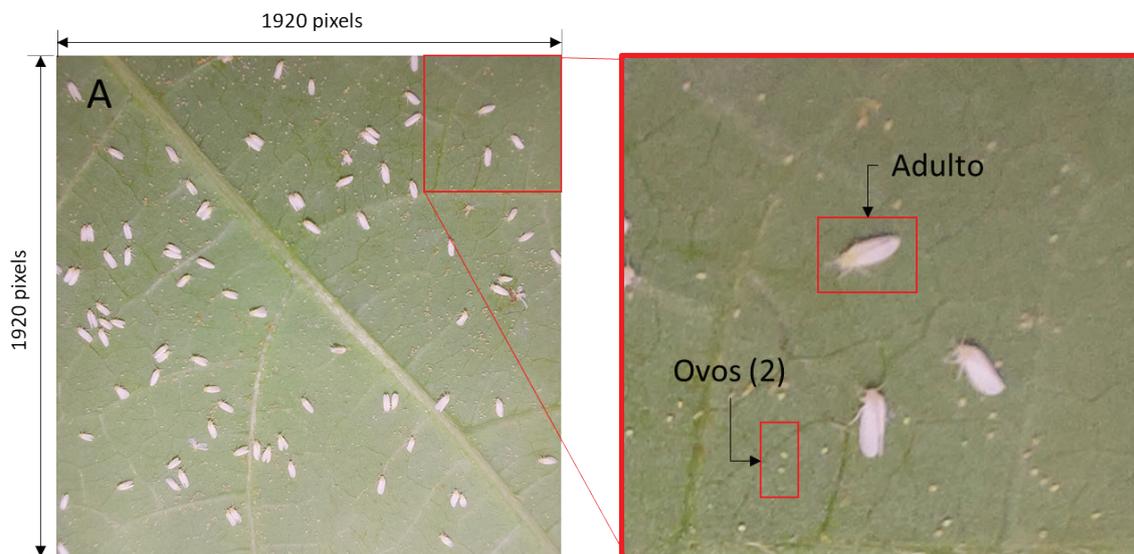


**Figura 1.** Dispositivo customizado para o smartphone modelo A52s marca Samsung para captura de imagens estruturadas do limbo foliar e contagem de ninfas e adultos de mosca branca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae).

## Resultados e Discussão

O dispositivo se mostrou de manuseio fácil, permitindo a coleta das imagens de forma rápida; sob condições normais uma amostra-imagem pode ser tomada em aproximadamente 20 segundos, sem considerar o tempo de deslocamento entre os pontos de coleta; gerando arquivos no formato JPEG com aproximadamente 850 kilobytes/imagem (Figura 2). O sistema de iluminação do celular foi eficiente permitindo a tomada das imagens, mas se observa uma desuniformidade na distribuição da luz, decorrente da localização da fonte de iluminação utilizada. Estuda-se a instalação de um sistema de iluminação auxiliar para melhorar a qualidade da imagem.

A Figura 2 mostra uma imagem coletada em sua dimensão original, e na ampliação de 4x pode-se observar que a resolução da imagem permite a identificação dos adultos de *B. tabaci*, e ovos, que seriam respectivamente o maior e o menor elemento a serem contabilizados. Ninfas também podem ser caracterizadas, mas a identificação do estágio ninfal depende de medidas manuais trabalhosas. A implementação de um sistema de identificação do instar via visão computacional, como demonstrado por Pereira et al. (2022), pode tornar o processo mais rápido e confiável.



**Figura 2.** Imagem no formato JPEG nas dimensões originais (6,8 cm<sup>2</sup>) obtida através do uso do equipamento (smartphone + dispositivo) da face abaxial de uma folha de feijão (A). Magnificação de 4x de parte da imagem para observação dos elementos (adultos e ovos) presentes (B).

## Conclusão

O dispositivo permite a coleta a campo de imagens padronizadas com a resolução necessária para avaliação manual dos estádios de desenvolvimento de *Bemisia tabaci*. As imagens serão avaliadas quando a possibilidade de treinamento de algoritmos de visão computacional.

## Referências

- HIROSE, E.; BUENO, A. F.; VIEIRA, S. S.; GOBBI, A. L. Danos causados por diferentes níveis de infestação de *Bemisia tabaci* Biótipo B (Hemiptera: aleyrodidae) em soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 31., 2010, Brasília, DF. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 84-86.
- NARANJO, S.; FLINT, H. M. Spatial distribution of adult *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton and development of fixed-precision sequential sampling plans for estimating population density. **Environmental Entomology**, v. 24, n. 2, p. 261-270, 1995.
- PEREIRA, R. de C.; HIROSE, E.; CARVALHO, O. L. F. de; COSTA, R. M. da; BORGES, D. L. Detection and classification of whiteflies and development stages on soybean leaves images using an improved deep learning strategy. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 199, 107132, 2022. 12 p.
- SUEKANE, R.; DEGRANDE, P. E.; LIMA JUNIOR, I. S. de; QUEIROZ, M. V. B. M. de; RIGONI, E. R. Danos da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) e distribuição vertical das ninfas em cultivares de soja em casa de vegetação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 2, p. 151-158, 2013.
- VIEIRA, S. S.; BUENO, R. C. O. de F.; BUENO, A. de F.; BOFF, M. I. C.; GOBBI, A. L. Different timing of whitefly control and soybean yield. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, p. 247-253, 2013.

## NOVAS FERRAMENTAS BIOLÓGICAS PARA O CONTROLE DE PERCEVEJO MARROM (*Euschistus heros*) NA CULTURA DA SOJA

BASSETTO JUNIOR, N.<sup>1</sup>; BERTOTI, F. A. V.<sup>1</sup>; WATANABE, L. F. M.<sup>1</sup>; MEIRELLES, L. G.<sup>1</sup>; VIGNOLA, P. C. P.<sup>1</sup>; DOVIGO, G.<sup>1</sup>; ROSSATTO, E. W. P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biotrop Soluções Biológicas Ltda, Santo Antônio de Posse, SP

### Introdução

A soja (*Glycine max* L.) possui uma função essencial na agricultura mundial e na economia de diversos países, incluindo o Brasil, que se destaca como o principal produtor e exportador de soja do mundo, sendo responsável por mais de 41% (Embrapa Soja, 2023) da produção global. Além da grande receita gerada com exportações, a soja é uma fonte vital de proteína vegetal, amplamente utilizada na alimentação de seres humanos e animais.

Apesar dos avanços tecnológicos contínuos, como o desenvolvimento de novas variedades e o aprimoramento de práticas agrícolas, a produtividade da soja ainda é afetada por diversos fatores, incluindo a presença de pragas. Segundo Panizzi (2015), o percevejo marrom é a principal praga da cultura da soja no Brasil, estando presente em todas as regiões produtoras de soja do Brasil. Essa praga pode causar danos significativos às plantações, levando até 30% (Vivan; Degrande, 2011) de perda de produtividade, comprometendo a qualidade e a quantidade da safra e representando um desafio constante para os agricultores.

É devido a isso que uma ótima opção são os defensivos biológicos, por serem amigáveis ao meio ambiente e tão eficazes quanto os químicos. Para isso o objetivo desse trabalho foi avaliar o controle do percevejo marrom, testando o produto V-Core de forma isolado e em conjunto no manejo químico.

### Material e Métodos

Os experimentos foram instalados no ano safra de 2022/2023, conduzidos com a mesma metodologia em quatro diferentes localidades, sendo: o primeiro em Bandeirantes-PR, localizado nas coordenadas 23°4'13.16"S; 50°24'18.03"O e altitude de 373 metros, utilizando a cultivar M6410 IPRO; o segundo em Santo Antônio de Posse-SP, nas coordenadas 22°38'11.73"S; 46°59'6.41"O e altitude de 635 metros, onde foi utilizado a cultivar TMG7262 RR; já o terceiro em Primavera do Leste-MT, nas coordenadas 15°27'48.88"S, 54°15'37.10"O e altitude de 650 metros, utilizando a cultivar TMG 2379 IPRO; e o quarto em Diamantino-MT, nas coordenadas 14°13'30.22"S, 56°33'15.67"O e altitude de 418 metros, onde foi utilizado a cultivar CZ 37B43 IPRO.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições, parcelas de 48 m<sup>2</sup> (6m x 8m). Foram efetuadas três aplicações (ABC) com intervalos de 10 dias e avaliações em pré-contagem, aos 3 e 7, DAA (dias após a primeira aplicação), 3 e 7, DAB (dias após a segunda aplicação) e 3, 7 e 10 DAC (dias após a terceira aplicação). Os tratamentos foram os seguintes T1: Testemunha; T2: V-Core (*Pseudomonas chlororaphis* + *Chromobacterium subtsugae*) na dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup>, nas aplicações ABC, T3: V-Core na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup>, aplicações ABC; T4: Perito 970 SG (*acefato*) na dose de 1 kg ha<sup>-1</sup>, nas aplicações ABC, T5: Engeo Pleno S (*tiametoxam* + *lambdaialotrina*) na dose de 0,35 L ha<sup>-1</sup>, nas aplicações ABC; e Engeo Pleno S na dose de 0,35 L ha<sup>-1</sup> na aplicação AC e V-Core 1,0 L ha<sup>-1</sup> na aplicação B.

As aplicações se iniciaram quando o nível de controle atingiu 2 percevejos maiores que 3 mm por metro (Roggia et al. 2020), e foram realizadas com equipamento costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>, utilizando ponta de pulverização leque AD 110 015 na pressão de 2,0 bar. Foi realizado 04 batidas de pano ao acaso por parcela, contando os adultos

e ninfas de percevejo marrom vivos, caídos sobre o pano.

A análise estatística foi realizada de forma conjunta para todos os experimentos no programa ARM. Sendo utilizado para comparação o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Para o controle de adultos, podemos observar que os tratamentos Perito 970 SG, Engeo Pleno S e o Manejo Engeo Pleno S juntamente com V-Core entregou os melhores resultados, diferindo estatisticamente da testemunha na avaliação de 3 dias após a terceira aplicação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Porcentagem de eficiência no controle de adultos de percevejo marrom na cultura da soja.

Tratamentos	Dose (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	Timing	3 DAA	7 DAA	3 DAB	7 DAB	3 DAC	7 DAC	10 DAC
1. Testemunha	0	-	-	-	-	-	-	-	-
2. V-Core	1,0	ABC	10,7 ab	4,7 a	3,5 a	9,8 ab	9,9 ab	29,6 a	23,7 a
3. V-Core	2,0	ABC	0,0 a	18,6 a	7,2 a	7,6 ab	26,5 ab	0,0 a	13,1 a
4. Perito 970 SG	1,0	ABC	0,0 a	33,3 a	26,9 a	29,8 a	65,4 b	43,8 a	25,0 a
5. Engeo Pleno S	0,35	ABC	6,2 a	16,7 a	53,1 a	61,2 a	74,7 b	64,9 a	12,5 a
6. Engeo Pleno S V-Core	0,35 1,0	AC B	62,5 a	55,5 a	49,5 a	54,7 a	74,7 b	18,0 a	37,5 a
C.V. (%)			95,2	85,4	105,9	77,6	73,0	74,7	76,4

Médias seguidas pelas mesmas letras, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para controle de Ninfas, os tratamentos V-Core na dose de 2 L.ha<sup>-1</sup>, Perito, Engeo Pleno S e o manejo Engeo Pleno S intercalado com V-Core diferiram estatisticamente da testemunha na avaliação de 3 dias após a terceira aplicação (Tabela 2).

**Tabela 2.** Porcentagem de eficiência no controle de ninfas de percevejos marrom na cultura da soja.

Tratamentos	Dose (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	Timing	3 DAA	7 DAA	3 DAB	7 DAB	3 DAC	7 DAC	10 DAC
1. Testemunha	0	-	-	-	-	-	-	-	-
2. V-Core	1,0	ABC	0,0 a	0,0 a	20,7 a	12,7 a	60,3 ab	35,5 a	12,5 a
3. V-Core	2,0	ABC	0,0 a	16,7 a	23,1 a	0,0 a	65,4 b	0,0 a	25,0 a
4. Perito 970 SG	1,0	ABC	0,0 a	33,3 a	26,9 a	29,8 a	65,4 b	43,8 a	25,0 a
5. Engeo Pleno S	0,35	ABC	6,2 a	16,7 a	53,1 a	61,2 a	74,7 b	64,9 a	12,5 a
6. Engeo Pleno S V-Core	0,35 1,0	AC B	62,5 a	55,5 a	49,5 a	54,7 a	74,7 b	18,0 a	37,5 a
C.V. (%)			98,6	101,5	104,7	74,8	127,1	97,2	132,6

Médias seguidas pelas mesmas letras, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 3, pode-se observar que o número médio total de adultos e ninfas por batida de pano foi relativamente alto nos ensaios, podendo atribuir a essa alta infestação um controle de modo geral mais baixo. Além disso, observamos no controle geral que Engeo Pleno e o manejo de Engeo Pleno S junto com V-Core foram os tratamentos que trouxeram controle superiores à 40% para adultos e ninfas.

**Tabela 3.** Média geral de adultos e ninfas por pano de batida e porcentagem de eficiência no controle total de percevejos marrom na cultura da soja.

Tratamentos	Dose (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	Timing	Adultos		Ninfas	
			Número total por metro	Porcentagem de eficiência	Número total por metro	Porcentagem de eficiência
1. Testemunha	0	-	1,92	-	1,51	-
2. V-Core	1,0	ABC	1,68	12,3 a	1,32	12,4 a
3. V-Core	2,0	ABC	1,75	8,9 a	1,27	15,8 a
4. Perito 970 SG	1,0	ABC	1,09	56,4 a	0,78	34,5 a
5. Engeo Pleno S	0,35	ABC	0,84	43,4 a	0,99	48,3 a
6. Engeo Pleno S V-Core	0,35 1,0	AC B	1,15	40,1 a	0,71	53,1 a
C.V. (%)				84,8		116,7

Médias seguidas pelas mesmas letras, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## Conclusões

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que o manejo de Engeo Pleno S nas aplicações AC junto com V-Core na aplicação B, trouxe controle igual aos padrões químicos de mercado Perito e Engeo Pleno S aplicados nas 3 aplicações (ABC) de forma isoladas.

## Referências

- EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2022/23)**. Jun. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 15 abr. 2024.
- PANIZZI, A. R. Growing problems with stinkbugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to the US and potential Neotropical invaders. **American Entomologist**, v. 61, p. 223-233, 2015.
- VIVAN, L. M.; DEGRANDE, P. E. Pragas da soja. In: SIQUERI, F.; CAJU, J.; MOREIRA, M. **Boletim de pesquisa de soja 2011**. Rondonópolis: Fundação MT, 2011. p. 297.
- ROGGIA, S.; BUENO, A. de F.; FERREIRA, B. S. C.; SÓSA-GOMEZ, D. R.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; HIROSE, E.; GAZZONI, D. L.; PITTA, R. M.; PEREIRA, P. R. V. da S.; OLIVEIRA, C. M. de; OLIVEIRA, F. T. de. Manejo integrado de pragas. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 197-226. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).

## EFEITO NO CONTROLE DO COMPLEXO *Spodoptera* E NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA PELO USO DO PRODUTO MICROBIOLÓGICO BTP 159-21

WATANABE, L. F. M.<sup>(1)</sup>; MEIRELLES, L. G.<sup>(1)</sup>; VIGNOLA, P. C. P.<sup>(1)</sup>; BERTOTI, F. A. V.<sup>(1)</sup>; BASSETTO JUNIOR, N.<sup>(1)</sup>;

<sup>(1)</sup>Biotrop Soluções Biológicas LTDA, Santo Antônio de Posse, SP.

### Introdução

O gênero *Spodoptera* é composto por várias espécies polífagas, causando danos em várias culturas de importância econômica, tais como cereais, algodão, feijão soja. As espécies *Spodoptera cosmioides*, *S. eridania*, *S. albula* e *S. frugiperda* compõem o complexo *Spodoptera*, sendo pragas que se destacam em diversas culturas, podendo causar grandes prejuízos (Parra et al., 2022).

Para enfrentar esse problema, ferramentas como controle químico e varietal (tecnologia Bt) vem sendo utilizadas no manejo dessas pragas (Fatoreto et al., 2017; Barcelos; Angelini, 2018). Porém, com a dificuldade em manejar esses insetos devido à, especialmente, seleção de indivíduos resistentes, novas alternativas são necessárias para buscar, novamente, a eficiência de controle. Através disso, uma das alternativas é o uso de produtos biológicos.

A espécie *Bacillus thuringiensis* vem sendo amplamente estudada e utilizada na agricultura para controle de lagartas. Além disso, estudos com o gênero *Brevibacillus* também vem sendo reportados como agente inseticida. Tais agentes biológicos produzem toxinas específicas que são letais para as lagartas de *Spodoptera*, oferecendo, assim, uma abordagem de controle eficiente e ecologicamente sustentável para lidar com essa praga. Por exemplo, *Bacillus thuringiensis* é uma bactéria que produz proteínas tóxicas durante sua fase de esporulação, as quais são prejudiciais principalmente para as larvas de insetos, incluindo as lagartas da *Spodoptera frugiperda*.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a performance do BTP 159-21 no controle de espécies de *Spodoptera*, em comparação ao padrão químico de mercado, bem como verificar sua contribuição na produtividade da cultura da soja.

### Material e Métodos

Para realização desse trabalho, foram instalados ensaios em quatro diferentes regiões, sendo elas Tangará da Serra (Mato Grosso), Uberlândia (Minas Gerais), Santo Antônio de Posse (São Paulo), e Londrina (Paraná). Os ensaios foram realizados em campos experimentais da Biotrop, com parcelas de 36 m<sup>2</sup> (6m x 6m). A aplicação foi feita através de pulverizador pressurizado, com volume de calda de 200 L/ha. As cultivares de soja utilizadas foram CZ37B43 IPRO (Tangará da Serra/MT), BMX Desafio RR (Uberlândia/MG), TMG 7262 RR (Santo Antônio de Posse/SP), e M6410 IPRO (Londrina/PR).

Ao todo, os ensaios foram compostos por cinco tratamentos, identificados como: T1 (Testemunha), T2 [BTP 159-21 (1,0 L/ha)], T3 [BTP 159-21 (1,5 L/ha)], T4 [BTP 159-21 (1,0 L/ha) + Químico (0,5 L/ha)], e T5 [Químico (1,0 L/ha)]. Foram realizadas três aplicações em cada tratamento (ABC), no qual a aplicação A (primeira aplicação) correspondeu ao início da infestação da praga, a aplicação B (segunda aplicação) correspondeu à aplicação 7 dias após a aplicação A, e a aplicação C (terceira aplicação) correspondeu à aplicação 7 dias após a aplicação B. Os tratamentos tiveram quatro repetições. A Tabela 1 indica os tratamentos e todas as informações realizadas nos ensaios.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos utilizados para avaliar o controle de espécies de *Spodoptera* na cultura da soja.

Trat.	Produto	Dose (L/ha)	Nº de aplicações	Repetições	Época de aplicação
1	Testemunha	-	-	4	-
2	BTP 159-21	1,0	3 (ABC)	4	A: Início da infestação B: 7 DAA-A C: 7 DAA-B
3	BTP 159-21	1,5	3 (ABC)	4	A: Início da infestação B: 7 DAA-A C: 7 DAA-B
4	BTP 159-21 + Químico	1,0 + 0,5	3 (ABC)	4	A: Início da infestação B: 7 DAA-A C: 7 DAA-B
5	Químico	1,0	3 (ABC)	4	A: Início da infestação B: 7 DAA-A C: 7 DAA-B

## Resultados

Os resultados obtidos a partir da sumarização dos quatro ensaios realizados mostraram a eficiência do inseticida biológico BTP 159-21 no controle do complexo de *Spodoptera* na cultura da soja.

Para a espécie *Spodoptera cosmioides*, foi observado que os tratamentos que apresentaram melhor eficiência de controle foram os tratamentos T4 (72,7%) e T5 (74,3%), sendo significativamente superiores ao T2. Ainda, T3 apresentou, numericamente, maior controle que o T2 (Tabela 2).

Para a espécie *S. eridania*, O tratamento T5 foi estatisticamente superior aos demais, seguido dos tratamentos T3 e T4 (estatisticamente semelhantes), e T2. Embora apresentando menor porcentagem, o T2 promoveu controle acima de 70%, mostrando que o BTP 159-21 na dose de 1,0 L/ha é eficiente no controle dessa praga (Tabela 2).

Para a espécie *s. frugiperda*, o tratamento que apresentou maior controle foi o T4 (53,5%), sendo estatisticamente superior ao T2 e T3, e semelhante ao T5. Porém, é importante ressaltar que, embora T4 e T5 não apresentaram diferenças significativas, numericamente T4 apresentou quase 10% a mais de controle que T5, mostrando que a mistura para controle de *S. frugiperda* é a melhor estratégia (Tabela 2).

Em relação à produtividade, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos. Apesar disso, é possível observar que todos os tratamentos foram numericamente superiores à testemunha, incrementando de 4,3 a 5,5% (Tabela 2).

Nesse contexto, é importante ressaltar que a mistura de BTP 159-21 + Químico foi a que garantiu melhor performance de controle e de produtividade, mesmo reduzindo a dose do produto químico, em combinação com a menor dose do BTP 159-21 (Tabela 2).

**Tabela 2.** Efeito do BTP 159-21, em diferentes doses e combinação, no controle do complexo de *Spodoptera* e na produtividade da cultura da soja.

Avaliações		Testemunha	BTP 159-21 1,0 L/ha	BTP 159-21 1,5 L/ha	BTP 159-21 1,0 L/ha + Químico 0,5 L/ha	Químico 1,0 L/ha	CV (%)
<i>Spodoptera cosmioides</i>	Eficiência de controle (%)	-	40,8b	54,4ab	72,7a	74,3a	4,0
<i>Spodoptera eridania</i>		-	70,4c	83,2b	82,2b	90,1a	4,1
<i>Spodoptera frugiperda</i>		-	37,9bc	32,3c	53,5a	44,2ab	9,3
Produtividade	Sacas/ha	65,8a	69,0a	68,6a	69,4a	69,3a	1,18
Produtividade	IR <sup>1</sup> (%)	-	4,9%	4,3%	5,5%	5,3%	-

Médias na mesma linha, com diferentes letras, diferem estatisticamente entre si. Teste Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Incremento relativo (IR) em relação à Testemunha.

Produtos biológicos têm ganhado cada vez mais espaço no mercado brasileiro em alternativa ao controle químico, buscando um manejo mais eficiente e ambientalmente equilibrado (Campanini et al., 2012). A mistura de produtos biológicos e químicos pode ser uma estratégia importante de manejo, pois tem a capacidade de melhorar a eficiência de controle de pragas importantes, mesmo reduzindo a carga química. Portanto, a prática do uso de produtos biológicos traz benefícios ao produtor rural e ao meio ambiente, uma vez que garante maior rentabilidade da lavoura e proporciona menor danos ao ambiente.

## Conclusões

O tratamento T4 [BTP 159-21 (1,0) + **Químico** (0,5)] proporcionou eficiência de controle semelhante ao produto químico isolado em dose cheia (1,0 L/ha) para *S. cosmioides* e *S. frugiperda*;

Para *S. cosmioides* e *S. eridania*, a dose de 1,5 L/ha de BTP 159-21 performou melhor que a dose de 1,0 L/ha, enquanto para *S. frugiperda*, a dose de 1,0 L/ha propiciou melhor controle.

BTP 159-21 aplicado isoladamente proporcionou incremento de até 3,2 sc/ha; a mistura BTP 159-21 + **Químico** proporcionou incremento de 3,6 scs/ha em relação à testemunha.

## Referências

- BARCELOS, P. H. S.; ANGELINI, M. R. Controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) em diferentes tecnologias Bts (*Bacillus thuringiensis*) na cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 35-40, 2018. DOI: 10.32404/rean.v5i1.1824.
- CAMPANINI, E. B.; DAVOLOS, C. C.; ALVES, E. C. C.; LEMOS, M. V. F. Isolation of *Bacillus thuringiensis* strains that contain Dipteran-specific cry genes from Ilha Bela (São Paulo, Brazil) soil samples. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, p. 243-247, 2012.
- FATORETTO, J. C.; MICHEL, A. P.; SILVA FILHO, M. C.; SILVA, N. Adaptive potential of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) limits Bt trait durability in Brazil. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2017. DOI:10.1093/jipm/pmx011.
- PARRA, J. R. P.; COELHO, A.; CUERVO-RUGNO, J. B.; GARCIA, A. G.; MORAL, R. de A.; SPECHT, A.; DOURADO NETO, D. Important pest species of the *Spodoptera* complex: biology, thermal requirements and ecological zoning. **Journal of Pest Science**, v. 95, p. 169-186, 2022. DOI: 10.1007/s10340-021-01365-4.

## EFEITO SINÉRGICO ENTRE ISOLADOS DE NUCLEOPOLIEDROVIRUS DE *Anticarsia gemmatalis* E *Alabama argillacea* VISANDO O CONTROLE DE *A. gemmatalis*

ALMEIDA, A.<sup>(1)</sup>; BIGARAN, A.<sup>(2)</sup>; OLIVEIRA, M. C. N. de<sup>(3)</sup>; SEHABER, V. F.<sup>(4)</sup>; SOSA-GÓMEZ, D. R.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>UFPR; Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR; <sup>(2)</sup>UNOPAR, Universidade do Norte do Paraná, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR; <sup>(4)</sup>UNESPAR - Universidade Estadual do Paraná, Francisco Beltrão.

<sup>(3)</sup>Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR.

### Introdução

*Anticarsia gemmatalis* Hübner 1818 (Lepidoptera: Erebidae) é uma praga desfolhadora da cultura da soja, que não expressa a proteína Cry1Ac e que em função de seus hábitos reduz a área fotossintética da planta, culminando na perda de produção de biomassa e consequentemente de produtividade (Carneiro et al., 2018). O uso de inseticidas sintéticos ainda é o principal método empregado para realizar o manejo e controle desses insetos no campo (Panizzi, 2013; Castro et al., 2021). Embora esse seja o principal método utilizado no controle de *A. gemmatalis* e outros insetos, o uso indiscriminado desses compostos químicos pode resultar em riscos ao meio ambiente e para a saúde humana, juntamente com a seleção de insetos resistentes (Chagnon et al., 2015; Dourado, 2016; Horikoshi et al., 2021).

O uso de baculovírus é uma ferramenta que pode ser incorporada ao Manejo Integrado de Pragas apresentando como principal vantagem a segurança tanto para seres humanos quanto para animais invertebrados, uma vez que esses organismos apresentam alta especificidade ao seu hospedeiro (Herniou et al., 2013; Wang et al., 2023). Além disso, os baculovírus podem ser facilmente produzidos em larga escala e em função da sua virulência podem ser letais para seus insetos hospedeiros (Jehle et al., 2006; Wu et al., 2019).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a virulência dos isolados virais AgMNPV 113 e AlaMNPV 94 aplicados isoladamente e em mistura sobre lagartas de *Anticarsia gemmatalis*.

### Material e Métodos

No presente estudo foram utilizados isolados de nucleopoliedrovírus obtidos de *A. gemmatalis* e *Alabama argillacea* preservados no Banco de Entomopatógenos do Laboratório de Patologia de Insetos da Embrapa Soja (Londrina, PR). O inóculo inicial dos isolados virais foi multiplicado por meio de inoculação de lagartas de 3º instar de *A. gemmatalis*. Insetos com sintomas da infecção viral foram macerados com água destilada, filtrados em dupla camada de musseline e a suspensão resultante da filtração foi centrifugada a 4472 g por 15 min a 4 °C. O sobrenadante foi descartado e o pellet ressuspensado em água destilada estéril. As lagartas utilizadas nos experimentos foram criadas no laboratório e mantidas em dieta artificial de Greene et al. (1976) com temperatura de 26±1 °C, umidade 60±10% e fotofase de 14 horas.

Para a execução dos bioensaios inicialmente determinaram-se as concentrações letais por meio da incorporação dos corpos de oclusão na dieta durante o processo de esfriamento a 55 °C. As concentrações CL<sub>50</sub> e CL<sub>25</sub>, determinadas até a fase pupal, foram 30,42 OBs mL<sup>-1</sup> e 99,77 OBs mL<sup>-1</sup> para o vírus obtido de *A. gemmatalis* e 7,50 OBs mL<sup>-1</sup> e 15,00 OBs mL<sup>-1</sup> para o vírus obtido de *A. argillacea*.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos em arranjo fatorial: seis tratamentos (T1-Testemunha= Dieta artificial sem anti-contaminantes, T2-AgMNPV (CL<sub>25</sub>), T3-AgMNPV (CL<sub>50</sub>), T4-AlaMNPV (CL<sub>25</sub>), T5-AlaMNPV (CL<sub>50</sub>), T6-Mix AgMNPV (CL<sub>25</sub>) + AlaMNPV (CL<sub>25</sub>), com 15 subamostras e quatro repetições na qual, 60 lagartas de *A. gemmatalis* foram individualizadas em recipientes plásticos de 50 mL e alimentadas com a dieta contendo os OBs dos vírus.

A alimentação com a dieta contendo os isolados virais foi realizada durante 96 horas, após esse período as sobreviventes foram transferidas para dieta sem anti-contaminantes. Os insetos foram mantidos em câmaras com controle de temperatura ( $26\pm 1,5$  °C), fotofase de 14 h e umidade ( $75\pm 10\%$ ). A mortalidade dos insetos com sintomas da doença foi registrada após 96 h de inoculadas. As avaliações foram realizadas durante 14 dias, registrando-se o número de lagartas mortas e vivas.

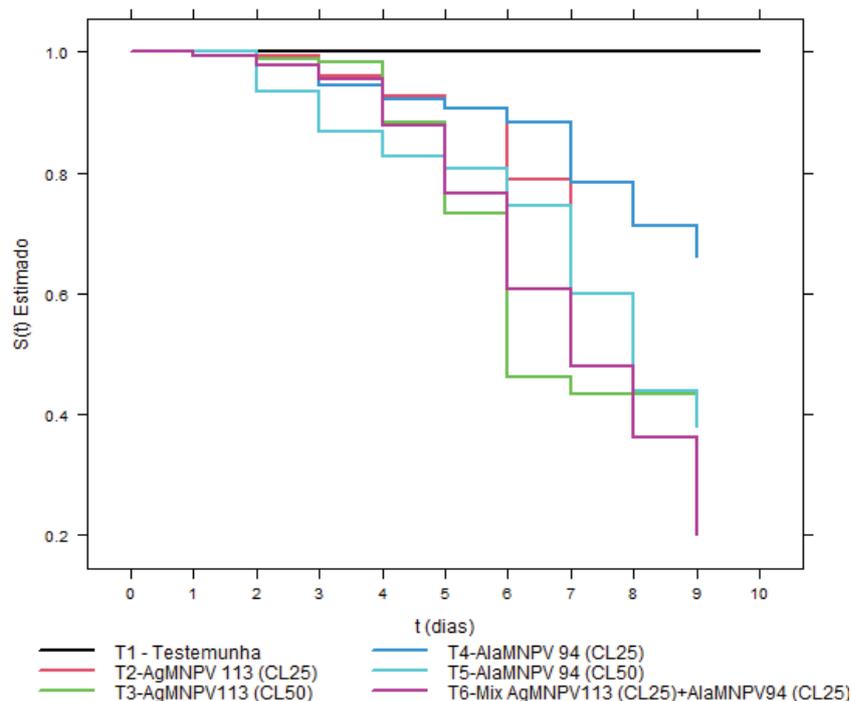
Os métodos estatísticos utilizados foram o estimador não-paramétrico de Kaplan-Meier (1958) para a função de sobrevivência e o teste de comparações dos tratamentos dois a dois pelo teste *logrank* (Mantel, 1966). Para determinar as concentrações letais médias dos isolados foi utilizado o programa PoloPlus (LeOra Software, 1987) aplicando os modelos de Probit. Os dados de mortalidade foram analisados com o programa R versão 4.2.3 (R Core Team, 2023), pelos pacotes *cmprsk*, *lattice*, *lattice Extra* e *survival*.

## Resultados e Discussão

Verificou-se que as lagartas dos tratamentos 2 e 4 apresentaram mortalidade de 28,3% e 33,9% (Figura 1), respectivamente. Nos tratamentos 3 e 5 a mortalidade foi de 62% para ambos os tratamentos (Figura 1).

Ao realizar a comparação entre os tratamentos utilizando o teste de qui-quadrado, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos 2 e 4 em relação à mortalidade observada ( $p=0,6$ ). O mesmo foi observado entre os tratamentos 3 e 5 ( $p=0,08$ ). Esses resultados mostram que os tratamentos 2 e 4, 3 e 5 podem ser considerados como semelhantes em termos de virulência (Figura 1).

Quanto ao tratamento que contém ambos os isolados, constatou-se uma taxa de mortalidade de 90% até o nono dia de avaliação, podendo ser considerado o melhor tratamento em relação aos demais e poderá ser empregado no controle de *A. gemmatalis* (Figura 1). Quando comparado aos tratamentos 3, 4 e 5, o tratamento 6 apresentou os melhores resultados para o mesmo período de tempo, sendo 62,1%, 33,9% e 62% respectivamente (Figura 1).



**Figura 1.** Estimativas das curvas de sobrevivências conjuntas de Kaplan-Meier para os grupos controle e vírus de poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatalis* 113 e *Alabama argillacea* 94.

Quando aplicado o teste de qui-quadrado comparando o tratamento 6 aos demais tratamentos, foi observado que o mesmo diferiu da maioria dos tratamentos com exceção dos tratamentos 3 e 5 (Tabela 1), ambos na CL<sub>50</sub>. Esse resultado mostra que a mistura de AgMNPV (CL<sub>25</sub>) e AlaMNPV (CL<sub>25</sub>) não difere estatisticamente em relação ao controle de *A. gemmatalis* quando essas são aplicadas separadamente em CL<sub>50</sub>. Apesar de não diferir significativamente, pode ser considerado um resultado positivo uma vez que mesmo em menor concentração, os isolados conseguiram apresentar um efeito igual aos tratamentos aplicados em maiores concentrações de forma isolada.

**Tabela 1.** Resultados do teste de logrank (Mantel, 1966) comparando os tratamentos 6- Mix AgMNPV 113 (CL<sub>25</sub>) + AlaMNPV 94 (CL<sub>25</sub>) e demais tratamentos para lagartas *Anticarsia gemmatalis* na cultura da soja. Dados com 12 repetições.

Tratamentos	N	Valor Observado	Valor Esperado	(O-E) <sup>2</sup> / N	(O-E) / N	* $\chi^2$	Grau de liberdade	prb	Significância
1-Testemunha	180	0	62,7	62,7	161	161	1	2*10 <sup>-16</sup>	*****
6- Mix AgMNP (CL <sub>25</sub> ) + AlaMNPV (CL <sub>25</sub> )	180	109	109	46,3	85,0	161			
2- AgMNPV (CL <sub>25</sub> )	180	51	87	14,9	37	37	1	1*10 <sup>-09</sup>	*****
6- Mix AgMNP (CL <sub>25</sub> ) + AlaMNPV (CL <sub>25</sub> )	180	109	73	17,8	37				
3- AgMNPV (CL <sub>50</sub> )	180	103	103	0,001	0,002		1	1	NS
6- Mix AgMNP (CL <sub>25</sub> ) + AlaMNPV (CL <sub>25</sub> )	180	109	109	0,001	0,002				
4- AlaMNPV (CL <sub>25</sub> )	180	48	87,5	17,9	45,4	45,4	1	2*10 <sup>-11</sup>	*****
6- Mix AgMNP (CL <sub>25</sub> ) + AlaMNPV (CL <sub>25</sub> )	180	109	69,5	22,5	45,4	180			
5- AlaMNPV (CL <sub>50</sub> )	180	93	106,9	1,81	4,52	4,52	1	0,031	NS
6- Mix AgMNP (CL <sub>25</sub> ) + AlaMNPV (CL <sub>25</sub> )	180	109	95,1	2,04	4,52				

\* $\chi^2$  Teste de quiquadrado

## Conclusão

O uso de AgMNPV e AlaMNPV tanto em mistura quanto aplicados isoladamente são uma ferramenta altamente eficaz no controle de *Anticarsia gemmatalis*, atingindo uma taxa de mortalidade de até 90%, indicando que essa abordagem pode ser uma adição valiosa às estratégias integradas de manejo de pragas.

## Referências

- CARNEIRO, E.; SILVA, L. B.; DA SILVA, A. F.; LOPES, G. N.; PAVAN, B. E.; RODRIGUES, R. H.; CARVALHINHO, D. T.; MIELEZRSKI, D. F. Lepidopteran pests associated with the soybean cultivars phenology. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 1, p. 112-121, 2018.
- CASTRO, B. M.; MARTÍNEZ, L. C.; PLATA-RUEDA, A.; SOARES, M. A.; WILCKEN, C. F.; ZANUNCIO, A. J.; FIAZ, M.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E. Exposure to chlorantraniliprole reduces locomotion, respiration, and causes histological changes in the midgut of velvetbean caterpillar *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Chemosphere**, v. 263, 128008, 2021.
- CHAGNON, M.; KREUTZWEISER, D.; MITCHELL, E. A.; MORRISSEY, C. A.; NOOME, D. A.; VAN DER SLUIJS, J. P. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 119-134, 2015.
- DOURADO, P.M. **Análise de risco para a evolução da resistência de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa pelo evento de soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil.** 2016. 93 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, p. 487-488, 1976.

- HERNIOU, E. A.; ARTHUR, W. F.; COZIJNEN, A. J.; DREXLER, K.; VAN OERS, M. M. Use of baculoviruses in pest management programs: an overview. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 112, p. 1-12, 2013.
- HORIKOSHI, R. J.; BERNARDI, O.; GODOY, D. N.; SEMEÃO, A. A.; WILLSE, A.; CORAZZA, G. O.; HEAD, G. Resistance status of lepidopteran soybean pests following large-scale use of MON 87701× MON 89788 soybean in Brazil. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 21323, 2021.
- JEHLE, J. A.; BLISSARD, G. W.; BONNING, B. C.; CORY, J. S.; HERNIOU, E. A.; ROHRMANN, G. F.; VLAK, J. M. On the classification and nomenclature of baculoviruses: A proposal for revision. **Archives of Virology**, v. 151, p. 1257-1266, 2006.
- LEORA SOFTWARE. **POLO-PC a user's guide no Probit Or Logit analysis**. Berkeley, CA, 1987. 22 p.
- MANTEL, N. Evaluation of survival data and two new rank order statistics arising in its consideration. **Cancer Chemotherapy Reports**, v. 50, p. 163-170, 1966.
- PANIZZI, A. R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 42, n. 2, p. 119-127, 2013.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, 2023. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 1 dez. 2023.
- WANG, J.; ZHU, X.; WANG, Y.; GAO, L.; WANG, K. et al. Progress in the application of baculovirus in pest control. **Chinese Journal of Biological Control**, v. 39, p. 163-174, 2023.
- WU, X.; FAN, H.; DENG, R.; WANG, S.; HAN, L. Studies on the pathogenicity of baculoviruses to non-target insects. **Chinese Journal of Biological Control**, v. 35, p. 489-494, 2019.

## MÉTODOS DE DELIVERY DE dsRNA PARA ESTUDOS DE SILENCIAMENTO GÊNICO VIA RNAi EM *Euschistus heros* (PERCEVEJO-MARROM)

ROSA, J. DA<sup>(1)</sup>; VIANA, A. J. C.<sup>(1)</sup>; ROGGIA, I.<sup>(1)</sup>; MORAES, J. S.<sup>(1)</sup>; BUENO, A. DE F.<sup>(2)</sup>; MARIN, S. R. R.<sup>(2)</sup>; NEPOMUCENO, A. L.<sup>(2)</sup>; MERTZ-HENNING, L. M.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Bolsista de Estímulo a Inovação - Fundação Arthur Bernardes/Embrapa Soja; <sup>(2)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR

### Introdução

O silenciamento da expressão de um gene via RNA de interferência (RNAi) é um processo biológico natural observado em organismos eucariotos. Esse processo é ativado pela presença de um RNA de fita dupla (dsRNA). Dentro do citoplasma da célula o dsRNA é processado pela maquinaria de RNAi, a ribonuclease DICER reconhece e cliva em fragmentos menores de 19 a 22 nucleotídeos. Esses fragmentos menores, denominados de *small-interfering RNA* (siRNA), são então ligados ao complexo de silenciamento induzido por RNA (RISC) (Lee et al., 2010). O complexo RISC se liga a um mRNA que tenha sequência complementar a uma das fitas do siRNA e promove a clivagem e a degradação de mRNAs, culminando no silenciamento da expressão daquele gene e conseqüentemente levando a redução do nível de proteínas. O conhecimento desse sistema tem levado ao desenvolvimento de novos produtos com ação sobre os insetos-praga de importância na sojicultura, tal como o percevejo-marrom.

O percevejo-marrom (*Euschistus heros*) é considerado a principal praga da cultura da soja no Brasil, em virtude de seu difícil controle. Estima-se que em torno de 40% dos inseticidas químicos aplicados na soja sejam para o controle de percevejos (Tuelher et al., 2018). O percevejo-marrom apresenta o hábito de se alimentar da seiva, podendo causar o abortamento de vagens e sementes, e ainda impactar no peso e na qualidade de grãos e sementes. Desse modo, é fundamental o desenvolvimento de uma nova alternativa para o controle desses percevejos.

O uso da tecnologia do RNAi pode ser uma excelente alternativa à utilização de inseticidas químicos devido à especificidade das moléculas, evitando efeitos em polinizadores, por exemplo, além de ser uma molécula biodegradável. Com *E. heros* a realização de bioensaios é um desafio, visto que esse inseto possui enzimas na saliva que degradam o dsRNA. Além disso, a escolha de genes alvo é um ponto importante para a eficiência da técnica, sendo em muitos casos necessário testar um grande número de genes alvo em fases iniciais de estudo. Ademais, nos estudos para desenvolvimento de produtos baseados em RNAi uma dificuldade é a escolha do método mais eficiente para os testes dos dsRNA alvos na fase inicial e um método de entrega que seja mais próximo à realidade do campo, posteriormente.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o delivery de dsRNA via microinjeção e ingestão oral utilizando substâncias protetoras, com o intuito de desenvolver um protocolo de aplicação para testes de dsRNA alvos para controle de percevejo-marrom.

### Material e Métodos

Os espécimes do percevejo-marrom no estágio adulto foram obtidos do Laboratório de Criação de Percevejos da Embrapa Soja. As moléculas de dsRNA alvo utilizadas nos bioensaios foram obtidas em empresa especializada na fabricação de moléculas de dsRNA (RNA Greentech). O gene alvo selecionado tem função no transporte intracelular, portanto, atua no funcionamento basal das células dos eucariotos. Para os bioensaios foram adotados dois sistemas de delivery: o primeiro consistiu na injeção de uma solução contendo dsRNA diretamente na hemolinfa do inseto (microinjeção) e o segundo consistiu em delivery oral via bolinhas de algodão.

Na microinjeção foram aplicados 1 µL de solução de dsRNA no abdômen dos percevejos adul-

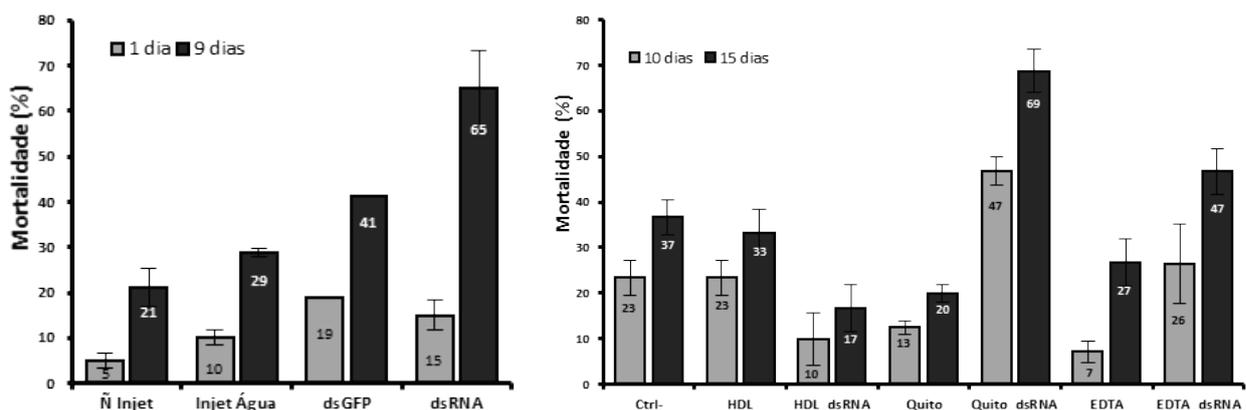
tos, ou seja, 28 ng de cada dsRNA  $\text{mg}^{-1}$  de biomassa corporal dos percevejos adultos. A microinjeção foi realizada com o auxílio de uma seringa com agulha de 29 G acoplada no aparelho auto microapplicator (Burkard, UK). Após a microinjeção, os insetos foram mantidos em caixas tipo gerbox. No delivery oral a solução contendo dsRNA ( $100 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ ) foi disponibilizado em pequenas bolas de algodão, umedecida com 1 mL de cada formulação e colocada em caixas tipo gerbox para permitir a alimentação dos percevejos por 24 h. Para os bioensaios foram utilizados percevejos-marrom adultos submetidos a jejum prévio de 16 h. Foram testados três meios de proteção das moléculas de dsRNA: EDTA (3%), encapsulamento com hidróxidos duplo-lamelares (HDL) e quitosana. Após o tratamento quatro réplicas biológicas de 10 insetos foram mantidas em caixas tipo gerbox sob condições controladas no Laboratório de Criação de Percevejos da Embrapa Soja e alimentados com a dieta padrão de manutenção dos insetos. O efeito dos tratamentos foi acompanhado diariamente até o 15º dia após o tratamento.

Os dados de mortalidade dos insetos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e Kruskal Wallis seguidos pelo teste de médias de Tukey e Dunn com  $p < 0,05$ . Para essas análises foi utilizado o software Prism.

## Resultados e Discussão

Diversos métodos de delivery são utilizados nos estudos para controle de insetos, tais como microinjeção, ingestão e pulverização. Neste trabalho, foram escolhidas duas alternativas de delivery de dsRNA: microinjeção e delivery oral via bolinhas de algodão umedecidas utilizando substâncias que garantam a proteção das moléculas de dsRNA.

Após a microinjeção com microapplicator foi observada elevada mortalidade (65%) do percevejo-marrom nove dias após a aplicação, indicando o alto potencial de utilização desse método de delivery para provas de conceito (Figura 1A). A microinjeção, conforme esperado, mostrou-se um método rápido e eficaz de entrega de dsRNA. Tal método supera as barreiras externas e enzimas degradadoras de dsRNA (dsRNases) presentes na saliva desses insetos.



**Figura 1.** Mortalidade do percevejo-marrom via silenciamento gênico por RNAi. A) Aplicação por microinjeção e B) delivery oral via bolinhas de algodão. As barras indicam as médias de mortalidade e as barras de erro representam o erro padrão. \* indicam diferença estatística significativa pelo Teste Tukey,  $p < 0,05$  e Dunn  $p < 0,05$ , respectivamente.

Uma vez confirmada a eficácia do dsRNA alvo em relação à mortalidade do percevejo-marrom via microinjeção, uma abordagem de delivery oral que possui características mais próximas do cenário de campo foi testada. Com a finalidade de proteção do dsRNA para o delivery oral foram escolhidas partículas na escala nanométrica para envolver a molécula do dsRNA: HDL e quitosana. Além disso, também foi testada a adição de um agente quelante, EDTA, na formulação. Foi obtida uma taxa significativa (69%) de mortalidade dos percevejos pela abordagem delivery oral com bolinhas de algodão contendo dsRNAs formulados com quitosana (Figura 1B). As formulações contendo HDL e EDTA não foram efetivas na proteção das moléculas de dsRNA e, portanto,

não foi observada mortalidade significativa. Todavia, apesar dos resultados satisfatórios com a formulação de dsRNA encapsulado com quitosana, efeitos tóxicos sobre os percevejos foram observados quando o composto foi administrado sem a presença de dsRNA.

O delivery via ingestão apresenta algumas barreiras e desafios, como a instabilidade das moléculas de dsRNA frente a condições ambientais, a internalização do dsRNA pela membrana celular e a presença de nucleases, que podem diminuir a eficiência e/ou a ocorrência de silenciamento gênico. O percevejo-marrom ao se alimentar insere seu aparelho bucal (estilete) no tecido vegetal e secreta uma solução de enzimas pela saliva e entre essas enzimas temos aquelas que degradam o dsRNA, as dsRNases. Nessas circunstâncias, as moléculas de dsRNAs, quando desprotegidas podem ser rapidamente degradadas pelo meio ambiente e no corpo do inseto, sendo, portanto, crucial uma formulação que proteja o dsRNA (Song et al., 2019).

O uso de quitosana já é bem descrito associado com diferentes moléculas de RNA para controle de lagartas como *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera* (Gurusamy et al., 2020; Kolge et al., 2021). Contudo, para percevejos, ainda são necessários estudos relacionados à sua formulação, visando reduzir o efeito tóxico. A quitosana associada ao delivery oral por meio de bolinhas de algodão é uma alternativa interessante para o controle de percevejo-marrom, sendo essa viável para testes próximos à realidade de campo, onde os percevejos podem se alimentar das moléculas de dsRNA aplicadas.

## Conclusão

O delivery de dsRNA via microinjeção e por alimentação via bolinhas de algodão se mostraram interessantes para estudos de silenciamento gênico via RNAi em percevejo-marrom. Adicionalmente, o encapsulamento com quitosana foi promissor como formulação de proteção, embora novos estudos sejam necessários para avaliar sua toxicidade.

## Referências

- GURUSAMY, D.; MOGILICHERLA, K.; PALLI, S. R. Chitosan nanoparticles help double-stranded RNA escape from endosomes and improve RNA interference in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Archives of Insect Biochemical Physiology**, v. 104, n. 4, e21677, 2020.
- KOLGE, H.; KADAM, K.; GALANDE, S.; LANJEKAR, V.; GHORMADE, V. New Frontiers in Pest Control: Chitosan Nanoparticles-Shielded dsRNA as an Effective Topical RNAi Spray for Gram Podborer Biocontrol. **ACS Applied Biomaterials**, v. 4, p. 5145-5157, 2021.
- LEE, Y. S.; NAKAHARA, K.; PHAM, J. W. Distinct roles for Drosophila DICER-1 and DICER-2 in the siRNA/miRNA silencing pathways. **Cell**, v. 117, p. 69-81, 2010.
- SONG, H.; FAN, Y.; ZHANG, J. Contributions of dsRNases to differential RNAi efficiencies between the injection and oral delivery of dsRNA in *Locusta migratoria*. **Pest Management Science**, v. 75, p. 1707-1717, 2019.
- TUELHER, E. S.; SILVA, É. H. da; RODRIGUES, H. S. Area-wide spatial survey of the likelihood of insecticide control failure in the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Sciences**, v. 91, p. 849-859, 2018.



# **Comissão de Fitopatologia**

# METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO E COMPATIBILIDADE DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS, VISANDO O CONTROLE DE *Sclerotinia sclerotiorum* DE SOJA

LEITE, J. A. B. P.<sup>(1)</sup>; FURLAN, S. H.<sup>(1)</sup>; BUENO, C. J.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratório Fitopatologia, Instituto Biológico/APTA-CAPSA, Campinas, SP.

## Introdução

O mofo branco é uma doença causada por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e que provoca prejuízos à cultura da soja como diminuição da produtividade de 30% até 70%. O fungo é de difícil controle porque sobrevive no solo e restos culturais na forma de escleródios, infecta um grande número de plantas e há ausência de cultivares resistentes. O controle químico está entre os métodos mais usuais no controle da doença no campo. O uso associado de produtos químicos e biológicos é pouco conhecido e essa combinação é importante para o manejo da doença no campo (Bolton et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade de produtos químicos e biológicos no controle *in vitro*, *in vivo* e na germinação carpogênica de três isolados de *S. sclerotiorum* de soja e aprimorar metodologias de avaliação.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Instituto Biológico-CAPSA/APTA em 2021, localizado no município de Campinas, SP. Foram obtidos no total quatro isolados de *S. sclerotiorum* de soja, das localidades de Pilar do Sul - SP, Muitos Capões - RS, Pinhão - PR e Jaciara - MT. Os fungicidas utilizados foram: tiofanato metílico + fluazinam; fluazinam; dimoxistrobina + boscalida; procimidona e tiofanato metílico, nas concentrações de 0,1; 1; 10; 100 e 1000 ppm. Os agentes testados foram: *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*; e *Bacillus subtilis* (linhagem QST 713 e BV 02), na concentração de 1000 ppm.

O teste de patogenicidade dos isolados foi feito em folhas destacadas de soja, por meio de inoculação de disco de micélio em BDA de cada isolado. Avaliou-se a severidade da doença com escala diagramática. O pH das caldas dos fungicidas, dos produtos de controle biológico e das misturas foi medido bem como avaliada a compatibilidade entre eles. O efeito *in vitro* dos fungicidas sobre os agentes de controle biológico foi avaliado por cultura pareada. No ensaio *in vitro*, os fungicidas, os produtos de controle biológico e as misturas foram incorporadas no meio BDA, seguido de inoculação dos isolados do fungo. Mediu-se o diâmetro da colônia e contaram-se os escleródios produzidos. No ensaio *in vivo*, os fungicidas, os produtos de controle biológico e suas misturas foram aplicados nas folhas destacadas de soja, seguido de inoculação com disco de meio BDA contendo micélio dos isolados do fungo. O teste de germinação carpogênica foi feita em caixas gerbox com solo autoclavado, infestado com escleródios de cada isolado e regado com todos os produtos e suas misturas. Calculou-se a equação da performance, o R<sup>2</sup> e as concentrações letais CL<sub>50</sub>.

## Resultados e Discussão

Todos os isolados de *S. sclerotiorum* foram patogênicos em folhas de soja destacadas, com diferenças de agressividade entre eles, bem como produziram diferentes quantidades de escleródios sob a folha (Tabela 1).

**Tabela 1.** Severidade dos sintomas do mofo-branco em folhas de soja, cv. BMX Potência RR, causada por três isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* e número de escleródios formados sobre a lesão.

Isolados - procedência	Severidade da doença (%)	Números de escleródios
Muitos Capões - RS	29,3 b*	1,8 c**
Pinhão- PR	24,8 b	1,0 d
Jaciara - MT	74,3 a	2,7 b
Pilar do Sul - SP	74,3 a	5,8 a

Escala de notas modificada (Garcia; Juliatti, 2012): 0% (folhas saudias); 10% (folhas com podridão aquosa); 25%; 50%; 75% e 100% (folhas com podridão aquosa, abundante produção de micélio e formação de escleródios). \*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de Kruskal-Wallis, complementado com o teste de múltiplas comparações de Dunn a 5% de significância; \*\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, segundo o teste de Tukey a 5% de significância.

Os valores de pH dos fungicidas e, principalmente, da mistura fungicidas + produtos de controle biológico ficaram dentro da normalidade para aplicação no campo (4,8 até 5,7).

No teste de compatibilidade, os fungicidas interferiram de maneira mais efetiva e negativamente sobre o crescimento do antagonista *Bacillus* do que *Trichoderma*.

Os isolados de *S. sclerotiorum* mostraram-se altamente sensíveis aos fungicidas quanto ao crescimento micelial, com exceção dos isolados de Jaciara - MT e Muitos Capões - RS que se enquadraram como moderadamente sensíveis ao tiofanato-metílico (Tabela 2).

Os isolados mostraram-se moderadamente sensíveis aos fungicidas quando testados para o controle da severidade da doença, com exceção dos isolados de Pilar do Sul - SP e Muitos Capões - RS que foram pouco sensíveis ao fluazinam e tiofanato-metílico (Tabela 2).

Na germinação carpogênica, os isolados comportaram-se desde altamente sensíveis a pouco sensíveis aos fungicidas, em especial o de Muitos Capões-RS que foi pouco sensível aos fungicidas fluazinam, procimidona e tiofanato-metílico (Tabela 2).

O método de folhas destacadas de soja, as quais foram tratadas com os fungicidas, os produtos biológicos ou a mistura deles, seguido da inoculação com disco micelial em BDA, reproduziu de forma rápida e eficiente os sintomas da doença e que, muito provavelmente pode melhor demonstrar os seus efeitos no campo. Os fungicidas associados aos antagonistas *Trichoderma* e *Bacillus* proporcionaram menores  $CL_{50}$  no crescimento micelial e na severidade de *S. sclerotiorum* nas folhas, quando comparados ao uso isolado dos fungicidas. O fungicida tiofanato-metílico obteve maiores  $CL_{50}$  nas metodologias testadas, comparados aos fungicidas isolados.

**Tabela 2.** Valores de  $CL_{50}$  dos isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* de Pilar do Sul - SP, Jaciara - MT e Muitos Capões-RS obtidos dos testes de crescimento micelial, severidade da doença em folhas de soja destacadas e germinação carpogênica, fungicidas, produtos de controle biológico e suas misturas nas diferentes concentrações.

Tratamentos	Crescimento micelial (cm)			Severidade (%)			Germinação carpogênica		
	Pilar do Sul	Jaciara	Muitos Capões	Pilar do Sul	Jaciara	Muitos Capões	Pilar do Sul	Jaciara	Muitos Capões
T1	0,2	0,1	0,22	0,41	9,51	12,96	0,86	2,81	4,39
T2	0,1	0,09	0,04	18,99	1,21	8,12	1,69	4,59	11,39
T3	0,2	1,42	0,83	7,09	2,51	6,86	0,97	2,76	1,14
T4	0,1	0,23	0,58	6,35	1,34	7,49	2,06	2,38	13,68
T5	0,9	1,56	8,61	8,74	8,89	14,57	4,83	12,92	18,46
T6	-	-	-	-	-	-	0,01	0,008	0,1
T7	-	-	-	-	-	-	0,01	0,007	0,1
T8	-	-	-	-	-	-	0,1	0,002	0,4
T9	-	-	-	-	-	-	0,12	0,003	0,5
T1 + T6	-	-	-	-	-	-	0,01	0,04	0,04
T2 + T6	-	-	-	-	-	-	0,002	0,04	0,05
T3 + T6	-	-	-	-	-	-	-	0,003	0,04
T4 + T6	-	-	-	-	-	-	0,006	0,001	0,01
T5 + T6	-	-	-	-	-	-	0,05	0,1	0,01
T1 + T7	-	-	-	-	-	-	0,004	0,07	0,08
T2 + T7	-	-	-	-	-	0,85	0,003	0,088	0,01
T3 + T7	-	-	-	-	-	-	-	0,005	0,01
T4 + T7	-	-	-	-	-	-	0,005	0,03	0,02
T5 + T7	-	-	-	-	-	-	0,01	0,22	0,46
T1 + T8	-	-	-	0,46	0,01	-	0,9	0,21	0,19
T2 + T8	-	-	-	0,51	0,002	0,21	0,52	0,23	0,29
T3 + T8	-	-	-	1,66	0,021	-	0,007	0,14	0,18
T4 + T8	-	-	-	1,44	-	0,019	0,06	0,15	0,17
T5 + T8	-	-	-	0	0,01	-	0,76	0,53	0,37
T1 + T9	-	-	-	0,1	0,64	0,82	-	0,17	0,21
T2 + T9	-	-	-	0,74	0,89	5,43	-	0,26	0,32
T3 + T9	-	-	-	0	0,014	-	-	0,18	0,21
T4 + T9	-	-	-	0,03	0,71	0,65	-	0,17	0,22
T5 + T6	-	-	-	0,73	0,26	6,79	-	0,31	0,38

Tratamentos: T1= Tiofanato metílico + Fluazinam (Approve® WG); T2= Fluazinam (Frownicide 500 SC); T3= Dimoxistrobina + Boscalida (Spot® SC); T4= Procimidona (Sumilex 500 WP); T5= Tiofanato metílico (Cercobin 700 WP); T6= *Trichoderma harzianum* (Trichordemil® SC); T7= *Trichoderma asperellum* (Tricho-turbo EC); T8= *Bacillus subtilis* (Serenade® SC) e T9= *Bacillus subtilis* (Bio-Imune SC). Sensibilidade de *S. sclerotiorum* frente a fungicidas foi classificada de acordo com os critérios de Edgington et al. (1971): altamente sensíveis ( $CL_{50} < 1$  ppm); moderadamente sensíveis ( $CL_{50}$  de 1-10 ppm); pouco sensíveis ( $CL_{50}$  10-50 ppm) e insensíveis ( $CL_{50} > 50$  ppm). -: ausência de dados.

## Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, v. 7, p. 1-16, 2006.

EDGINGTON, L. V.; KHEW, K. L.; BARRON, G. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazoles compounds. **Phytopathology**, v. 61, p. 42-44, 1971.

GARCIA, R.; JULIATTI, F. C. Avaliação da resistência de soja a *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes estádios fenológicos e períodos de exposição a inóculo. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, p. 196-203, 2012.

## AVALIAÇÃO DE AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO PARA *Rhizoctonia solani* AG-4 DE SOJA

LEITE, J. A. B. P.<sup>(1)</sup>; DIOGO, M. S.<sup>(2)</sup>; BUENO, C. J.<sup>(1)</sup>; FURTADO, E. L.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratório Fitopatologia, Instituto Biológico/APTA-CAPSA, Campinas, SP; <sup>(2)</sup>Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

### Introdução

A soja é uma importante fonte de proteína e de produção de óleo vegetal com alta qualidade e baixo custo. A produção mundial de soja na safra de 2022/2023 foi de 369,029 milhões de toneladas (Embrapa Soja, 2023).

Dentre os patógenos que afetam a cultura, destaca-se *Rhizoctonia solani* AG-4. O patógeno causa o tombamento de pré e pós-emergência de plântulas, quando há temperatura e umidade elevadas. Causa também, a morte em reboleira de plantas adultas, em anos chuvosos e temperaturas amenas (Almeida et al., 2005).

O controle do patógeno pode ser feito via tratamento de sementes com fungicida; rotação de cultura com gramíneas; incorporação de restos culturais e descompactação do solo (Almeida et al., 2005). O uso de agentes de controle biológico, tanto nas sementes, quanto no sulco de plantio, é uma opção e deve ser pesquisada e ampliada no país.

Assim, o objetivo deste trabalho foi efetuar uma triagem *in vitro* em agentes de controle biológico (*Trichoderma* spp. e de bactérias) para o controle de *R. solani* de soja, visando posterior estudo em condições de campo.

### Material e Métodos

O antagonismo de oito isolados de *Trichoderma* spp. (Tabela 1) sobre *R. solani* AG-4 foi verificado pela técnica de pareamento duplo. Os isolados pareados foram colocados em lados opostos no meio BDA. Para cada isolado de *Trichoderma* spp. foram feitas oito repetições. As culturas pareadas foram incubadas em BOD regulada para ~25°C sob fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. A avaliação consistiu em determinar o grau de antagonismo por meio de uma escala de notas variando de 1 (*Trichoderma* spp. controla o patógeno) até 5 (patógeno cresce completamente sobre o *Trichoderma* spp., ocupando toda a superfície do meio) (Bell et al., 1982).

O antagonismo de 28 isolados de bactérias (Tabela 2) sobre *R. solani* foi verificado pela técnica de pareamento único. No centro do meio BDA colocou-se o patógeno (disco de meio de 0,8 cm) e a bactéria foi estriada (1 cm) em quatro pontos (simulando os vértices de um quadrado), a três centímetros de distância do fungo. As placas foram mantidas em BOD regulada para ~25°C sob fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. O experimento foi realizado em quatro repetições. A avaliação foi realizada após o crescimento da testemunha medindo-se o diâmetro do crescimento (cm) micelial do fungo *R. solani* (Silva, 2021).

As notas de antagonismo dos oito isolados de *Trichoderma* spp. sobre *R. solani* foram transformadas em  $\sqrt{x + 0,5}$ , enquanto os percentuais de inibição das bactérias frente ao isolado do fungo foram transformados em  $\arcseno \sqrt{x/100}$ . Em seguida, realizou-se a análise de variância e aplicou-se o teste de Scott-Knott com 5% de significância para verificar a diferença entre os tratamentos. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar (DEX/UFLA), versão 5.8 (Build 92).

## Resultados e Discussão

Segundo os dados da Tabela 1, os isolados de *Trichoderma* spp. diferiram significativamente entre si quanto ao antagonismo sobre o isolado de *R. solani*. De acordo com a análise estatística e o critério de Bell *et al.* (1982), um bom antagonista de *Trichoderma* spp. é aquele com nota  $\leq 2,0$ . Sendo assim, apenas o isolado IB 30/07 (*T. lentiforme*) demonstrou ser um potencial antagonista para o fitopatógeno *R. solani*. O pior antagonista para o patógeno foi o isolado IB 48/19 (*T. virens*).

**Tabela 1.** Notas médias do antagonismo *in vitro* dos isolados de *Trichoderma* spp. sobre o isolado de *Rhizoctonia solani* AG-4 de soja.

<i>Rhizoctonia solani</i> - Soja	
Trichoderma	Nota média
IB 46/11 - <i>T. inhamatum</i>	3,4 b
IB 04/08 - <i>T. asperelloides</i>	4,0 c
IB 37/01 - <i>T. orientale</i>	3,7 c
IB 48/19 - <i>T. virens</i>	4,8 d
IB 32/06 - <i>T. endophyticum</i>	4,0 c
LQC 96 - <i>T. asperelloides</i>	4,0 c
LQC 99 - <i>T. lentiforme</i>	4,0 c
IB 30/07 - <i>T. lentiforme</i>	2,5 a

Escala de notas de antagonismo - 1 a 5: nota 1 = *Trichoderma* spp. supera completamente o patógeno e cobre toda a superfície do meio; nota 2 = *Trichoderma* spp. supera pelo menos dois terços da superfície do meio; nota 3 = *Trichoderma* spp. e patógeno coloniza aproximadamente metade da superfície e nenhum organismo domina o outro; nota 4 = o patógeno coloniza pelo menos dois terços da superfície do meio e resiste à invasão de *Trichoderma* spp.; e nota 5 = o patógeno cresce completamente sobre o *Trichoderma* spp. e ocupa toda a superfície do meio.

<sup>1</sup>Isolados de *Trichoderma* spp. com as mesmas letras estatísticas significam que ambos não diferem entre si no controle do fungo, segundo o teste de Scott-Knott com 5% de significância.

De acordo com os dados da Tabela 2, o isolado PONTO 1A (*Xenorhabdus doucetiae*) obteve o melhor desempenho na inibição micelial de *R. solani* seguido pelos isolados PAM 25 (*Xenorhabdus szentirmaii*) e *Bacillus velezensis*. Estas duas bactérias não diferiram entre si quanto a inibição do fungo.

**Tabela 2.** Percentual de inibição do crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* AG-4 de soja propiciado pelos isolados de bactérias.

Bactérias	<i>R. solani</i> - Soja		
	Média das bactérias (cm)	Média (cm) - Controle	% média de inibição
<b>F2</b> - <i>Pseudochrobactrum asaccharolyticum</i>	8,5	8,5	0,0 f
<b>F4</b> - <i>Pseudomonas protegens</i>	8,5	8,5	0,0 f
<b>PONTO 1A</b> - <i>Xenorhabdus doucetiae</i>	0,0	8,5	100,0 a
<b>PAM 25</b> - <i>Xenorhabdus szentirmaii</i>	4,4	8,5	47,6 b
<b>UEMP 5</b> - <i>Photorhabdus</i> sp.	8,2	8,5	3,5 e
Bacillus licheniformis	8,5	8,5	0,0 f
<b>HB</b> - <i>Photorhabdus luminescens</i>	8,5	8,5	0,0 f
Bacillus velezensis	5,2	8,5	38,8 b
<b>UEL 8</b> - <i>Photorhabdus</i> sp.	6,9	8,5	18,5 d
Bacillus subtilis	7,1	8,5	16,8 d
<b>CYTO 2</b> - <i>Bacillus licheniformis</i>	8,1	8,5	4,7 e
<i>Bacillus pumilus</i>	6,7	8,5	21,2 d
<i>Priestia aryabhatai</i>	8,5	8,5	0,0 f
<i>Pseudomonas putida</i>	8,5	8,5	0,0 f
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	8,5	8,5	0,0 f
<b>BT2</b> - <i>Bacillus thuringiensis</i>	6,3	8,5	25,6 c
<b>AZOS 2</b> - <i>Azospirillum brasilense</i>	8,5	8,5	0,0 f
<i>Chromobacterium subtsugae</i>	7,5	8,5	12,1 d
<i>Pseudomonas protegens</i>	7,2	8,5	15,3
<b>AMYLO</b> - <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	8,5	8,5	0,0 f
<b>BTK</b> - <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	8,5	8,5	0,0 f
<b>447B.3</b> - <i>Bacillus</i> sp.	8,5	8,5	0,0 f
<b>447B.4</b> - <i>Bacillus</i> sp.	5,8	8,5	31,8 c
<i>Priestia megaterium</i>	8,5	8,5	0,0 f
<i>Cytobacillus firmus</i>	8,5	8,5	0,0 f
<b>BT.T 1</b> - <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>thuringiensis</i>	7,3	8,5	14,1 d
<b>8.CUPIM</b> - <i>Kitasatospora griseola</i>	6,1	8,5	27,6 c
<b>427B.6</b> - <i>Bacillus</i> sp.	8,5	8,5	0,0 f

<sup>1</sup>Isolados de bactéria com as mesmas letras estatísticas significam que ambos não diferem entre si no controle do fungo *Rhizoctonia solani*, segundo o teste de Scott-Knott com 5% de significância.

## Conclusão

O isolado de *Trichoderma* IB 30/07 (*T. lentiforme*) e a bactéria PONTO 1A (*Xenorhabdus doucetiae*) foram considerados os melhores antagonistas com potencial de controle biológico do patógeno *R. solani* AG-4.

## Referências

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C. Doenças da soja (*Glycine max*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agnômica Ceres, 2005. p. 569-588.

BELL, D. K.; WELLS, H. D.; MARKHAM, C. R. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Phytopathology**, v. 72, n. 4, p. 379-382, 1982.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2022/23)**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 20 maio 2024.

SILVA, R. S. A. **Potencial de bactérias extraídas do mangue para controle biológico de *Rhizoctonia solani* em soja**. 2021. 84 p. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema) - Instituto Biológico, São Paulo.

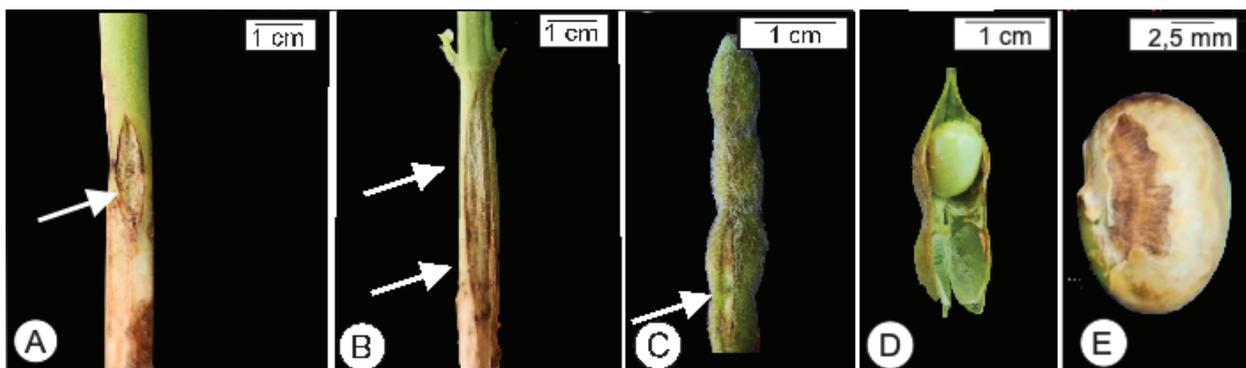
## ANOMALIA DA SOJA: COMO A HISTOPATOLOGIA PODE AJUDAR A ENTENDER ESTE PROBLEMA?

LEONARDI, H.<sup>(1)</sup>; BONALDO, S. M.<sup>(2)</sup>; SANTOS, C. G. T. DOS<sup>(2)</sup>; FARIAS, G.<sup>(2)</sup>; MARQUES, J. P. R.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade São Paulo; <sup>(2)</sup>Universidade Federal de Mato Grosso/PPGA - Campus Sinop; <sup>(3)</sup>Faculdade de Zootecnia e Engenharia e Alimentos, Universidade São Paulo

### Introdução

A soja (*Glycine max*) representa um grande suporte para a manutenção do PIB brasileiro. Anualmente, são gerados R\$140 bilhões em divisas ao estado, decorrente desta cultura. Porém, dentre os fatores que limitam o aumento da produtividade encontra-se a anomalia da soja. Este distúrbio ocorre tanto nos órgãos vegetativos quanto nos reprodutivos. De acordo com Landgraf (2023), desde a safra 2018/2019, os produtores têm se preocupado com as consequências da chamada “anomalia da soja” ou “podridão de grãos”, observada a partir do estágio R5. Vista primordialmente nos estados do Mato Grosso e Rondônia, a doença causa sintomas de fendilhamento na região da haste, bem como o escurecimento e abertura das vagens, que, em casos mais severos, se abrem e causam o abortamento e/ou apodrecimento dos grãos (Figura 1).



**Figura 1.** Sintomas da anomalia da soja em hastes (A-B), vagem (C-D) e semente (E). As setas em A indicam o sintoma de fendilhamento o qual pode alongar-se no sentido axial (Setas em B). Nos frutos, há a deiscência precoce da vagem (seta em C) comprometendo a formação das sementes (D). E indica uma semente com sintomas de necrose.

Esse estudo foi feito a partir de análises microscópicas e histopatológicas nas estruturas de órgãos vegetativos (caule) e reprodutivos (vagem e semente) das plantas de soja doentes e tem por objetivo analisar alterações histológicas nesses órgãos, de modo a reconhecer os impactos do fendilhamento e da podridão de grãos na cultura, bem como possíveis soluções para manejo.

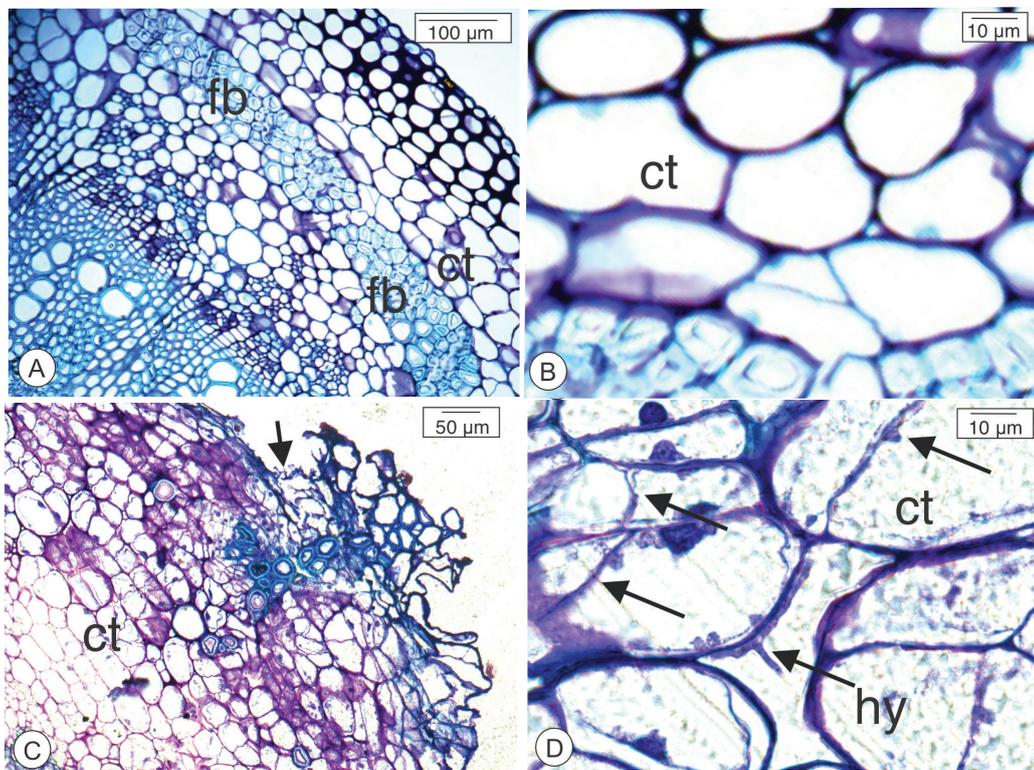
### Materiais e Métodos

Amostras de caules, frutos e sementes de soja foram coletados no campo experimental da Universidade Federal de Mato Grosso em Sinop, MT. Inicialmente, as amostras foram preservadas em fixador Karnovsky (Karnovsky, 1965), foram transferidas para o Laboratório de Microscopia Eletrônica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, onde foram identificadas e separadas em dois grupos: órgãos vegetativos (caule) e reprodutivos (vagem e semente). Foram realizados cortes na região de interesse de cada material e as amostras foram submetidas a série crescente de graduações de etanol (30%, 50%, 70%, 90% e 100%), infiltradas em historesina e posteriormente confeccionados blocos de historesina, os quais foram seccionados no micrótomo com 7 µm de espessura para a produção das lâminas. Essas foram preparadas para posterior análise histológica em microscópio de luz Zeiss AxionVision. Paralelamente, as amostras de frutos e sementes foram após fixadas, desidratadas

em série cetônico, secas ao ponto crítico de CO<sub>2</sub> e então metalizadas com fina camada de ouro, posteriormente as amostras foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura (JEOL JSM IT 300, Tokio, Japan) a 15 kV.

## Resultados

A região do hipocótilo sem sintomas de fendas induzidas pela anomalia da soja demonstrou haver uma epiderme uniseriada, no córtex há presença de parênquima clorofiliano externamente (Figura 2A e 2B). No cilindro vascular nota-se floema com fibras externamente, presença de cambio e xilema (Figura 2B). Internamente encontra-se a medula. Na região do hipocótilo nota-se o fendilhamento da haste (Figura 1A) que pode coalescer formando amplas fendas que atingem centímetros de região (Figura 1B). Em secção transversal, nota-se que há rompimento da epiderme, morte de células na periferia e instalação de um meristema de cicatrização na periferia (Figura 2C). Pode haver o destacamento de regiões com fibras (Figura 2C). No córtex, observou-se a hipertrofia e hiperplasia das células e a presença de hifas fúngicas vistas nos espaços intercelulares (Figura 2D).

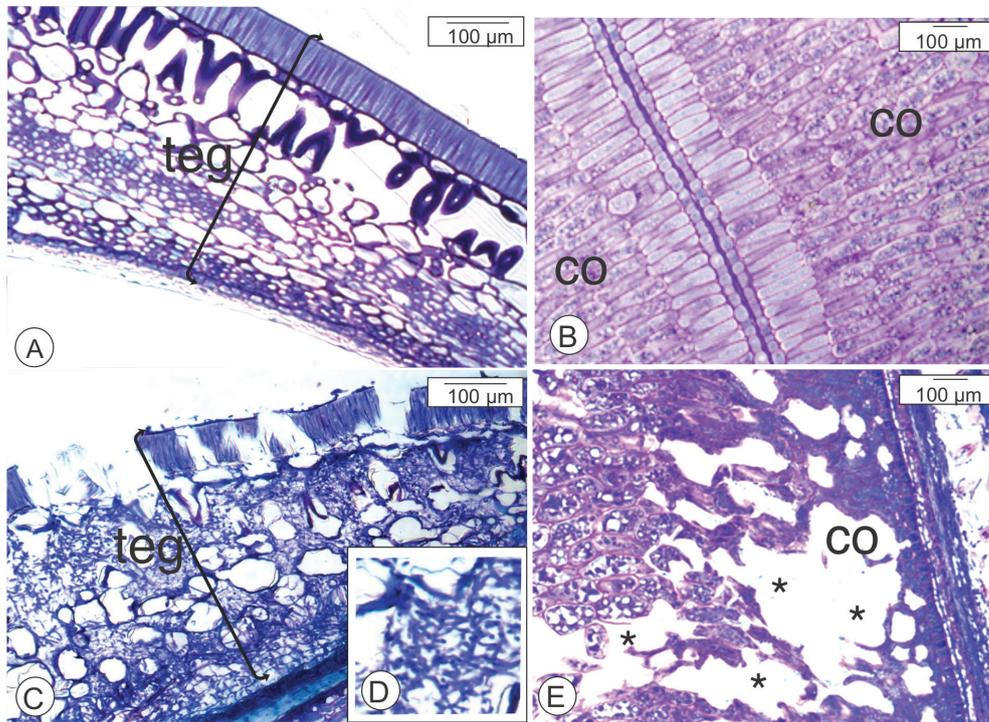


**Figura 2.** Análise da região da haste da soja vista em microscopia óptica, com o corante Azul de Toluidina. A-B Anatomia do caule sadio. C-D. Anatomia na região da fenda. A. Visão geral da epiderme e córtex. B. Detalhe do córtex. C. Caule na região da fenda com formação de um meristema de cicatrização e destacamento de tecidos com fibras (indicado pelas setas). D. Detalhe as células da região do córtex em hipertrofia e hiperplasia e hifas fúngicas nos espaços intercelulares(indicada pelas setas em D). Ct - córtex; Hy - Hifa.

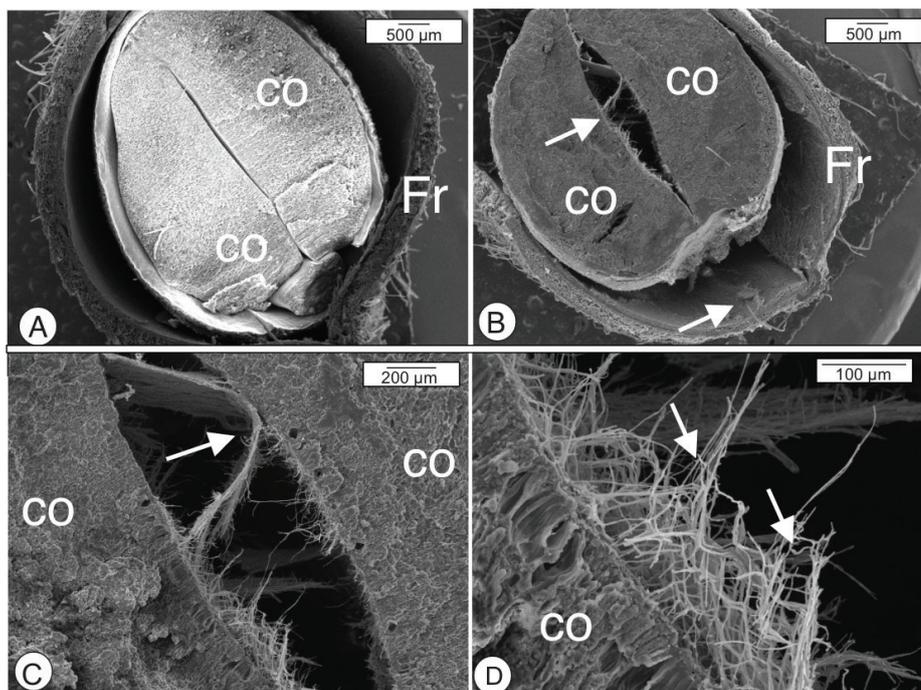
Ao analisar os órgãos reprodutivos em microscopia ótica, notou-se nas vagens e nos grãos que as plantas sadias apresentam o tegumento da semente constituído por diferentes camadas de células de células em paliçada, osteoescleredídeos e parênquima (Figura 3A).

O cotilédone é composto, externamente, por uma protoderme e parênquima fundamental no cotilédone que armazena proteínas (Figura 3B). Nas vagens infectadas (Figura 1D) o pericarpo é comprometido devido a grande colonização de hifas fúngicas nem todas os tecidos do tegumento, promovendo sua desestruturação (Figura 3C-D). O parênquima fundamental do cotilédone, por sua vez, apresenta-se degradado (Figura 3E). As análises ultraestruturais demonstraram haver tecidos sadios no fruto tipo legume, contendo semente (Figura 4A). Nos frutos e sementes

infectados nota-se a deformação do cotilédone e a presença de micélio do fungo junto ao endocarpo na cavidade interna do fruto (Figura 4B). Tais hifas foram observadas dentro das sementes entre os cotilédones (Figura 4C-D), provendo sua alteração morfológica (Figura 4B).



**Figura 3.** Imagens de sementes de soja em microscopia óptica coradas com corante Azul de Toluidina. Em A é possível ver o tegumento (teg) sadio, com células íntegras. B exibe o cotilédone (co) sadio com células parenquimáticas que acumulam proteína. C e D apresentam sementes com sintomas. Em C é vista a destruição do tegumento, infestado por hifas fúngicas e perda de parte da epiderme e em D Detalhe de C mostrando presença de hifas de fungos no tegumento. E. células parenquimáticas do cotilédone colapsadas e degradadas (\*).



**Figura 4.** Grãos de soja vistos trasnsversalmente em microscopia eletrônica de Varredura. A Fruto e semente sadios. B: Fruto e semente com sintomas de anomalia (podridão), com cotilédones e deformados. Hifas fúngicas ente os cotilédones e no interior do fruto (setas). Em C, observa-se hifas fúngicas (seta) entre cotilédones. D. Detalhe de C. Setas indicam hifas entre cotilédones. Co - cotilédone; Fr - fruto.

## Conclusão

Por meio das análises histológicas, foi possível observar que nos tecidos contendo sintomas da anomalia no caule, frutos e sementes, há presença de hifas. Nos caules há modificações no córtex com hipertrofia, hiperplasia, rompimento da epiderme e instalação de um meristema de cicatrização. As fibras do floema podem ser destacadas que pode explicar a quebra da haste. As sementes infectadas apresentam alteração em sua forma e presença de grande quantidade de hifas fúngicas, que comprometem a integridade do cotilédone e tegumento da semente. Os estudos histopatológicos se mostraram imperativos para o entendimento da anomalia da soja.

## Referências

KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron-microscopy. **Journal of Cell Biology**, v. 27, p. 137-138, 1965.

LANDGRAF, L. **Cientistas avaliam fungicidas e cultivares para combater a podridão de grãos na soja**. 17 out. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/84006894/cientistas-avaliam-fungicidas-e-cultivares-para-combater-a-podridao-de-graos-na-soja>. Acesso em: 20 maio 2024.

## EFICIÊNCIA E PRATICABILIDADE AGRONÔMICA DO FUNGICIDA MICROBIOLÓGICO BOMBARDEIRO NO CONTROLE DE DOENÇAS (*Septoria glycines*, *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*) NA CULTURA DA SOJA

MEIRELES, L. G.<sup>(1)</sup>; WATANABE, L. F. M.<sup>(1)</sup>; VIGNOLA, P. C. P.<sup>(1)</sup>; BERTOTI, F. A. V.<sup>(1)</sup>; BASSETTO JUNIOR, N.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Biotrop Soluções Biológicas LTDA, Santo Antônio de Posse, SP

### Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é considerada uma das culturas mais importantes no Brasil, principalmente pela extensão da área cultivada com essa leguminosa (Almeida, 2001). Para a safra 2023/2024, espera-se uma produção nacional de 146.858,5 mil toneladas de grãos, em uma área plantada de 45.177,9 mil hectares, com uma produtividade média de 3.251 kg/ha (Conab, 2024).

Alguns dos patógenos de parte aérea de soja mais comuns já apresentam resistência ou menor sensibilidade às principais moléculas químicas utilizadas (Godoy et al., 2017; Godoy; Meyer, 2020). Como alternativa, o uso de agentes de controle biológico vem apresentando resultados de controle promissório. Dentre os mais estudados se destacam fungos do gênero *Trichoderma* e bactérias do gênero *Bacillus* (Seixas et al., 2022).

O benefício das aplicações preventivas de agentes de biocontrole na soja foi evidenciado através da observação de reduções significativas na germinação dos esporos. Isolados de *B. subtilis*, *B. firmus* e *B. amyloliquefaciens* demonstraram uma eficácia notável, reduzindo a germinação dos esporos de *Phakopsora pachyrhizi* em 72%, 69% e 82%, respectivamente (Dorighello et al., 2015).

Atualmente, há aproximadamente 22 produtos à base de *Bacillus* registrados como fungicidas e/ou bactericidas microbiológicos, incluindo combinações com outros microrganismos. Destes, 50% são à base de *Bacillus amyloliquefaciens*, 36,4% à base de *B. subtilis* e 13,6% de *B. pumilus* (Polanczyk et al., 2022).

O presente experimento teve como objetivo avaliar eficiência e praticabilidade agronômica do fungicida microbiológico Bombardeiro em diferentes doses no controle das doenças (*Septoria glycines*, *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*) na cultura da soja.

### Material e Métodos

Para realização desse trabalho, foram instalados sete ensaios em três diferentes cidades, sendo elas Lavras (Minas Gerais) localizado nas coordenadas 21° 12' 52.0" S, 045° 03' 24.0" O, com altitude de 900 metros, Minduri (Minas Gerais) localizado nas coordenadas 21° 42' 25,5" S, 44° 35' 58,9" O, com altitude de 986 metros e Santana da Vargem (Minas Gerais) localizado nas coordenadas 21° 14' 53.2" S, 45° 32' 19.5" O, com altitude de 832 metros. Todos os ensaios foram realizados à campo e organizados em delineamento de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições. As aplicações foram realizadas através de pulverizador pressurizado, com volume de calda de 150 L/ha. As cultivares de soja utilizadas foram M6410 IPRO (Lavras/MG), NS 7300 IPRO (Minduri/MG) e Desafio - Valiosa (Santana da Vargem/MG). Os tratamentos avaliados foram: T1 (Testemunha), T2 [Bombardeiro (0,1 L/ha)], T3 [Bombardeiro (0,2 L/ha)], T4 [Bombardeiro (0,4 L/ha)], T5 [Bombardeiro (0,8 L/ha)], T6 [Mancozebe (1,5 kg/ha)] e T7 [Bioimune (2,0 L/ha)]. Foram realizadas três aplicações foliares (ABC) para cada tratamento, no qual a 1ª aplicação foi realizada no início do florescimento, seguindo as demais com intervalo de 10 dias entre cada aplicação.

As avaliações de severidade de *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* foram realizadas em 50 folíolos aleatórios, dos terços médio e superior das plantas. Para a severidade destas doenças, foi adotada a escala de notas de Martins et al. (2004). Já para as avaliações da severidade de *Colletotrichum truncatum*, foram avaliadas 100 folhas aleatórias por parcela útil, sem retirada das folhas, segundo escala mencionada por Dalla Pria et al. (2003), com notas variando de 0 a 8. Os dados de severidade, foram transformados em área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPS), conforme equação proposta por Shaner e Finney (1977).

Por fim, foi mensurada através da massa de grãos obtidas pela colheita de 6 m<sup>2</sup> de cada unidade experimental pesadas em balança digital, de modo que os dados foram padronizados a 13% de umidade dos grãos e extrapolado o valor para kg/ha.

A análise estatística foi realizada de forma conjunta para ambos os experimentos no programa ARM. Sendo utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados

Os resultados obtidos a partir da sumarização dos sete ensaios realizados mostraram a eficiência do fungicida microbiológico Bombardeiro no controle das doenças (*Septoria glycines*, *Cercospora kikuchii* e *Colletotrichum truncatum*) na cultura da soja.

Para a doença de *Septoria glycines* foi observado que o tratamento T6 (62%) apresentou eficiência de controle estatisticamente superior ao T5 (48%). Já para os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram eficiência de controle variando de 50% a 52%, sendo estatisticamente similares ao padrão de mercado (T6) (Tabela 1).

Para a doença de *Cercospora kikuchii* foi observado que o tratamento T6 (69%) apresentou eficiência de controle estatisticamente superior ao T2 (51%). Os tratamentos T3, T4 e T5 apresentaram eficiência de controle variando de 54% a 58%, sendo estatisticamente semelhantes ao padrão químico Mancozebe (Tabela 1).

Para a doença de *Colletotrichum truncatum*, o tratamento T5 (74%) apresentou porcentagem de controle estatisticamente superior ao T2 (58%) e ao T7 padrão biológico (Bio-imune) (61%) utilizado. Além disso, foi verificado que o tratamento T4 foi significativamente superior ao tratamento T2. Esses resultados comprovam que Bombardeiro é eficiente para o controle desta doença sendo uma boa estratégia a ser adotada (Tabela 1).

Em relação à produtividade, os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 foram superiores estatisticamente à testemunha e semelhantes ao T7, com incrementos variando de 7,75 a 10,51% (Tabela 1).

Segundo Seixas et al. (2022), estudos indicam o potencial promissor dos *Bacillus* como agentes biológicos contra doenças foliares na cultura da soja. Portanto, é importante destacar que os produtos registrados até o momento para o controle de doenças foliares da soja são, precisamente, à base de *Bacillus*.

**Tabela 1.** Porcentagem de controle de *Septoria glycines* (SEP), *Cercospora kikuchii* (CER), *Colletotrichum truncatum* (COL), e produtividade (PROD) em kg ha<sup>-1</sup> e o incremento em relação à testemunha sem aplicação (IR) em %, obtidos nos experimentos de avaliação da eficiência e praticabilidade agrônômica do fungicida Bombardeiro, na cultura da soja, através de aplicação foliar.

Tratamentos	Dose (mL ou kg/ha)	SEP <sup>2</sup> E(%)	CER <sup>2</sup> E(%)	COL <sup>2</sup> E(%)	PROD (kg/ha)	<sup>1</sup> IR (%)
1. Testemunha	0	-	-	-	3219,5 b	
2. Bombardeiro	0,1	50 ab	51 b	58 c	3498,2 a	8,66
3. Bombardeiro	0,2	52 ab	56 ab	65 abc	3499,4 a	8,69
4. Bombardeiro	0,4	50 ab	54 ab	70 ab	3468,9 a	7,75
5. Bombardeiro	0,8	48 b	58 ab	74 a	3478,0 a	8,03
6. Mancozebe	1,5	62 a	69 a	-	3557,8 a	10,51
7. Bio-imune	2,0	-	-	61 bc	3414,2 ab	6,05
C.V. (%)		2,4	3,03	1,33	4,63	

Médias na mesma linha, com diferentes letras, diferem estatisticamente entre si. Teste Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Incremento relativo (IR) em relação à Testemunha.

## Conclusões

Com base nos resultados obtidos, foi observado que os tratamentos com Bombardeiro nas doses de 0,1 a 0,4 L/ha apresentaram eficiência de controle semelhantes ao padrão químico para *Septoria glycines*. Já para *Cercospora kikuchii* as doses de 0,2 a 0,8 L/ha apresentaram eficiência de controle semelhantes ao padrão químico. Para *Colletotrichum truncatum* podemos observar que Bombardeiro a 0,8 L/ha apresentou o melhor controle se diferenciando estatisticamente do padrão de mercado Bio-imune. Dessa forma Bombardeiro pode ser recomendado no manejo para o controle dessas doenças da soja se mostrando eficiente, assim como os concorrentes de mercado e resultando em incrementos na produtividade da cultura em relação à testemunha.

A cultura da soja não apresentou nenhum sintoma aparente de fitotoxicidade com a aplicação dos produtos testados.

## Referências

- ALMEIDA, Á. M. R. Observação de resistência parcial a *Septoria glycines* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 214-216, 2001.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2023/24, sexto levantamento**, v. 11, n. 6, março 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação de componentes monocíclicos da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 401-407, 2003.
- DORIGHELLO, D. V.; BETTIOL, W.; MAIA, N. B.; LEITE, R. M. V. B. de C. Controlling Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) with *Bacillus* spp. and coffee oil. **Crop Protection**, v. 67, p. 59-65, 2015. DOI: 10.1016/j.cropro.2014.09.017.
- GODOY, C. V.; MEYER, M. C. Overcoming the threat of Asian soybean rust in Brazil. In: DEISING, H. B.; FRAAIJE, B.; MEHL, A.; OERKE, E. C.; SIEROTZKI, H.; STAMMLER, G. (ed.). **Modern Fungicides and Antifungal Compounds**. Berlim: DPG, 2020. v. 9, p. 51-56. Proceedings of the 19th International Reinhardtsbrunn Symposium, 2019, Friedrichroda, Germany.
- GODOY, C. V.; MEYER, M. C.; MELLO, F. E. de; UTIAMADA, C. M. Resistencia de los hongos a fungicidas en soya. In: **MANUAL de difusión técnica de soja 2017/2018**. Santa Cruz: FUNDACRUZ, [2017]. p. 18-24.

MARTINS, M. C.; GUERZONI, R. A.; CÂMARA, G. M. S; MATTIAZZI, P.; LOURENÇO, S. A.; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 179-184, 2004.

POLANCZYK, R. A.; NASCIMENTO, J. do; FREITAS, M. M. de; NASCIMENTO, D. D. do. Manejo de pragas com bactérias entomopatogênicas. In: MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (ed.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. cap. 21. p. 361-376.

SEIXAS, C. D. S.; MAZARO, S. M.; DINIZ, L. E. C.; GODOY, C. V.; MEYER, M. C. Bioinsumos para o manejo de doenças foliares na cultura da soja. In: MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (ed.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. cap. 19. p. 331-343.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, p. 1051-1056, 1977.

## MOMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA E HÁBITO DE CRESCIMENTO DA SOJA NO MANEJO DO MOFO BRANCO

CHAGAS, D. F.<sup>(1)</sup>; SCHIPANSKI, C. A.<sup>(1)</sup>; PENTEADO, F. G.<sup>(1)</sup>; FARIA, C. M. D. R.<sup>(2)</sup>; MOCCELLIN, R.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>G12 Agro – Pesquisa e Consultoria Agrônômica, Guarapuava, PR;

<sup>(2)</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste.

### Introdução

O mofo branco tem como agente etiológico o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, considerado de difícil controle, atacando as plantas em todos os estádios de desenvolvimento. As infecções iniciam-se com mais frequência a partir das inflorescências, das axilas das folhas e dos ramos laterais (Dildey et al., 2014). O fungo produz estruturas de sobrevivência chamadas de escleródios que se diferenciam em apotécios e produzem ascósporos, que são disseminados pelo ar e colonizam as pétalas de flores senescentes (Peltier et al., 2012).

O mofo branco é favorecido por condições meteorológicas, principalmente pelo microclima gerado pela arquitetura do dossel da planta e pela quantidade de inóculos iniciais presentes na superfície do solo (Beruski et al., 2015). O controle cultural consiste em práticas agrícolas que visam erradicar ou reduzir a quantidade de inóculo do patógeno. Considerando a arquitetura de plantas de soja e o período de exposição das flores foram verificadas diferenças entre cultivares de hábito determinado e indeterminado. Meyer et al. (2020) recomendam a escolha de cultivares com arquitetura que favoreça boa aeração entre as plantas (pouco ramificadas e com folhas pequenas) e com período mais curto de florescimento.

O objetivo do trabalho foi avaliar o melhor momento de aplicação de fungicida para a redução do mofo branco, considerando as características de arquitetura de plantas na formação do microclima de infecção do patógeno e no florescimento de cultivares de soja de hábito de crescimento determinado e indeterminado.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido de outubro de 2022 a março de 2023, na Estação Experimental da G12 Agro, Guarapuava, PR, altitude de 1.047 metros. O solo do local é classificado como Latossolo Bruno muito argiloso. As unidades experimentais foram constituídas de parcelas de 5,0 metros de comprimento e 2,0 metros de largura, totalizando 10,0 m<sup>2</sup>. As cultivares de soja utilizadas foram a BMX Apolo IPRO de hábito de crescimento indeterminado e a BMX Ativa IPRO de hábito de crescimento determinado. O experimento foi conduzido no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial de duas cultivares e sete momentos de aplicação: sem aplicação (testemunha), 38, 45, 52, 59, 66 e 73 dias após a emergência (DAE). O fungicida utilizado foi à base dos ingredientes ativos dimoxistrobina (200 g.L<sup>-1</sup>) + boscalida (200 g.L<sup>-1</sup>) na dose comercial de 0,8 L.ha<sup>-1</sup>.

Avaliou-se, em cinco metros de fileira aos 80 DAE, o número de escleródios germinados na superfície do solo. A incidência e severidade de mofo branco foram avaliados durante a fase reprodutiva da soja aos 103 DAE. A severidade de mofo branco foi estimada pela porcentagem de área vegetal lesionada, com notas variando entre 0% (ausência de sintomas) até 100% (planta morta) a partir da escala adaptada de Juliatti et al. (2013). Avaliou-se a produtividade da soja e a massa de escleródios após a colheita.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias para o efeito do hábito de crescimento foi realizada pelo teste t a 5% de probabilidade. No caso do fator momento de aplicação, a comparação das médias foi realizada pelo teste Scott-Knott (p<0,05).

## Resultados e Discussão

Não houve interação significativa do hábito de crescimento da soja e momento de aplicação para as variáveis analisadas. Houve efeito de hábito de crescimento para as variáveis: incidência, severidade, massa de escleródios e produtividade de grãos (Tabela 1) e efeito significativo para momento de aplicação para as variáveis: número de apotécios e incidência (Tabela 2).

**Tabela 1.** Percentual de incidência (INC) e severidade (SEV), massa em gramas de escleródios por hectare (ME) de mofo branco e produtividade de grãos de soja (PG) em função do hábito de crescimento das cultivares de soja, safra 2022/2023, em Guarapuava-PR.

Hábito de crescimento	INC	SEV	ME	PG
Determinado	9,95 b	28,54 b	510,31 b	3250,18 b
Indeterminado	20,23 a	35,83 a	1136,70 a	3810,97 a

Médias seguidas por mesma letra, na linha, não diferem significativamente entre si (Teste t  $p < 0,05$ ). Dados transformados em raiz quadrada de  $Y + 1,0 - \text{SQRT}(Y + 1,0)$ .

**Tabela 2.** Número de apotécios (APO) e percentual de incidência (INC) de mofo branco em função do momento de aplicação nas cultivares de soja, safra 2022/2023, em Guarapuava-PR.

Momento de aplicação	APO	INC
Testemunha	1,38 a	23,94 a
38 DAE	0,88 a	14,26 b
45 DAE	0,00 b	19,81 a
52 DAE	0,00 b	20,42 a
59 DAE	0,00 b	13,40 b
66 DAE	0,00 b	6,20 c
73 DAE	0,00 b	7,57 c

Médias seguidas por mesma letra, na linha, não diferem significativamente entre si (Teste Scott-Knott  $p < 0,05$ ). Dados transformados em raiz quadrada de  $Y + 1,0 - \text{SQRT}(Y + 1,0)$ .

Dentro do fator hábito de crescimento na Tabela 1, nota-se que a intensidade de mofo branco foi maior para a soja de hábito indeterminado comparada à de hábito determinado. Na soja indeterminada a incidência foi 50,8% maior comparado a soja determinada e na severidade, 20,4%. Para a massa de escleródios a soja indeterminada obteve 55,1% mais escleródios que a soja determinada, demonstrando maior capacidade de fonte de inóculo de uma safra para outra.

Esses resultados mostram a importância da arquitetura de plantas sobre a formação do microclima favorável para germinação de apotécios e infecção do patógeno. As plantas determinadas interromperem abruptamente o crescimento do caule quando a floração começa ou logo depois, o que resulta em caule mais curtos com poucos nós. Já plantas indeterminadas continuam o crescimento do caule e produção de nós e folhas por várias semanas após o início da floração (Tanaka; Shiraiwa, 2009). Desse modo, as plantas indeterminadas por aumentar o número de folhas após o florescimento promovem condições mais favoráveis ao desenvolvimento da doença (microclima).

A soja de hábito de crescimento indeterminado floresceu aos 59 DAE enquanto a soja de hábito determinado, aos 66 DAE. Em estudos de Foley et al. (1986), cultivares com hábitos de crescimento determinados tiveram períodos de floração mais curtos, entre 14 e 20 dias, do que cultivares indeterminados com 33 a 37 dias. Desse modo, o momento de florescimento da soja indeterminada é maior, sendo assim, maior predisposição para a infecção pelo fungo.

A maior produtividade observada foi para a soja indeterminada, cerca de 561 kg.ha<sup>-1</sup> a mais que a soja determinada, mesmo com a maior intensidade de doença, provavelmente relacionada a características genéticas das cultivares.

Com relação ao momento de aplicação (Tabela 2), houve maior número de apotécios na testemunha e no tratamento aos 38 DAE. Embora note-se que a presença de apotécios não coincidiu com o início de florescimento, até 59 DAE, os níveis de incidência ultrapassaram 10,0%. O coeficiente de correlação obtido entre o número de apotécios com a incidência de *S. sclerotiorum* mostrou correlação moderada ( $r = 0,503$ ), indicando que a presença de apotécios implica 25,3% da incidência do patógeno nas plantas.

Aos 66 e 73 DAE houve menor incidência da doença, em torno de 74,1% e 68,4%, respectivamente, em relação à testemunha. Sendo o período crítico para infecção na soja o florescimento, os resultados mostram que o fungicida foi eficiente quando aplicado durante o florescimento pleno da soja (R2) até o início da frutificação (R3).

## Conclusão

Não houve interação entre o hábito de crescimento da soja e o momento de aplicação do fungicida. Há diferença entre cultivares de soja de hábito determinado e indeterminado quanto a intensidade de *S. sclerotiorum*. O melhor momento de aplicação de fungicidas foi durante o florescimento pleno da soja, aos 66 e 73 DAE.

## Referências

- BERUSKI, G. C.; PEREIRA, A. P.; JACCOUD FILHO, D. S.; SARTORI, F. F.; SENTELHAS, P. C. Incidence and severity of white mold for soybean under different cultural practices and local meteorological conditions. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 4, p. 1004-1014, 2015.
- DILDEY, O. D. F.; BARBIAN, J. M.; GONÇALVES, E. D. V.; BROETTO, L.; ETHUR, L. Z.; KUHN, O. J.; BONETT, L. P. Inibição do crescimento *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum*, causador de mofo branco, por isolados de *Trichoderma* spp. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, p. 132-136, 2014.
- FOLEY, T. C.; ORF, J. H.; LAMBERT, J. W. Performance of related determinate and indeterminate soybean lines. **Crop Science**, v. 26, p. 5-8, 1986.
- JULIATTI, F. C.; COUTO, K. R.; JULIATTI, B. C. M. Escala diagramática para avaliação da severidade de mofo branco em soja. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 676-680, 2013.
- MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; SATO, L. N.; DIAS, A. R.; JACCOUD FILHO, D. de S.; NUNES JUNIOR, J.; LOBO JUNIOR, M.; BRUSTOLIN, R.; GALDINO, J. V.; MEDEIROS, F. C. L. de; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2019/2020**: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 9 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 165).
- PELTIER, A. J.; BRADLEY, C. A.; CHILVERS, M. I.; MALVICK, D. K.; MUELLER, D. S.; WISE, K. A.; ESKER, P. D. Biology, yield loss and control of *Sclerotinia* stem rot of soybean. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 3, n. 2, p. B1-B7, 2012.
- TANAKA, Y.; SHIRAIWA, T. Stem growth habit affects leaf morphology and gas exchange traits in soybean. **Annals of Botany**, v. 104, p. 1293-1299, 2009. DOI: 10.1093/aob/mcp240.

## EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM FUNGICIDAS NA SANIDADE DE PLANTAS DE SOJA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

WRUCK, D. S. M.<sup>(1)</sup>, RAMOS JUNIOR, E. U.<sup>(2)</sup>, RISPOLI, A. C.<sup>(3)</sup>; KUDLAWIEK, K.<sup>(4)</sup>; HENNING, F. A.<sup>(2)</sup>; VERSARI, L. R.<sup>(5)</sup>; PINTO, A. P. A. C.<sup>(6)</sup>; STRAPAZZON, A. S.<sup>(3)</sup>; SANTOS, F. F.<sup>(7)</sup>; AZEVEDO, J. M. P. M.<sup>(8)</sup>; XAVIER, M. F.<sup>(8)</sup>; SANTOS, S. P.<sup>(7)</sup>; FIORINI, T. M.<sup>(3)</sup>; CONSTANTINO, E. J.<sup>(9)</sup>; FENNER, K. R.<sup>(3)</sup>; REIS, V. E. S.<sup>(3)</sup>; CLAMER, E. L. B.<sup>(3)</sup>; WRUCK, T. M.<sup>(10)</sup>; RAMOS, B. M.<sup>(11)</sup>; CRIALESI, R. M. S.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT; <sup>(2)</sup>Embrapa Soja; <sup>(3)</sup>FASIPE; <sup>(4)</sup>Fundação Mato Grosso; <sup>(5)</sup>Universidade Federal de Viçosa; <sup>(6)</sup>Universidade Federal de Mato Grosso; <sup>(7)</sup>Instituto Federal de Mato Grosso; <sup>(8)</sup>Faculdade de Tecnologia de Sinop; <sup>(9)</sup>EPR Consultoria e Pesquisa; <sup>(10)</sup>Universidade Federal de Santa Catarina; <sup>(11)</sup>Bolsista REM

### Introdução

A finalidade do tratamento de sementes com fungicidas é oferecer uma melhor proteção as plântulas nas duas primeiras semanas após o plantio. Evitando a deterioração das sementes por fungos de solo e protegendo a parte aérea nesse período que pode ser determinante para a produtividade final da lavoura.

No Brasil os principais fungos transmitidos pelas sementes que podem causar redução significativa na produção e qualidade de grãos de soja são: *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium semitectum*, *Rhizoctonia solani*, e fungos de armazenamento como o *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (Goulart, 1997).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com fungicidas na sanidade da parte aérea de plantas de soja e produtividade de grãos.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido sob condições de campo, na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop-MT. Utilizou-se a cultivar BMX Desafio RR, semeada em 10/10/2022. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por seis linhas de 6,0 m, espaçadas em 0,50 m. Foi considerada como área útil as duas linhas centrais, descartadas 0,50 m de cada extremidade no comprimento da linha.

Foram implantados os seguintes tratamentos de sementes: 1- Testemunha (sem fungicidas); 2- tiabendazol (150 g/ha) + metalaxil-M (20 g/ha) + fludioxonil 25 g/ha); 3- tiofanato metílico (350 g/ha) + fluazinam (52,5 g/há); 4- carboxina (200 g/ha) + tiram (200 g/há) e 5- piraclostrobina (25 g/ha) + tiofanato metílico (225 g/ha) +fipronil (250 g/ha).

Nos estádios reprodutivos foi realizado o monitoramento de doenças foliares, semanalmente. Para a avaliação da incidência de podridão nas vagens e nos grãos, adotou-se a metodologia proposta pela Embrapa (Farias Neto; Wruck, 2022), com a amostragem de 10 plantas por parcela no estádio R6, contando o número total de vagens e o número de vagens com sintomas para estimar a porcentagem de vagens com apodrecimento. Para a quantificação dos grãos avariados foi realizada a separação de amostras das parcelas após a colheita. Foi utilizada amostras de 100 g por repetição. As amostras foram separadas com auxílio de homogeneizador ou quarteador. A determinação de grãos avariados seguiu a Instrução Normativa do Mapa nº 11, de 15 de maio de 2007, com as alterações da Instrução Normativa do Mapa no 37, de 27 de julho de 2007: Padrão Oficial de Classificação, sendo que os grãos avariados compreenderam a soma de ardidos, mofados, fermentados, danificados, imaturos, chochos, germinados e queimados (Brasil, 2007, 2009).

A colheita do ensaio foi realizada em 03/02/2023, a partir dos grãos colhidos foi determinada a produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e a massa de mil grãos (g) de cada parcela, corrigindo a umidade dos grãos para 13% (base úmida).

A sanidade dos grãos colhidos foi determinada utilizando a metodologia de blotter test, conforme proposto por Neergaard (1979), citado por Goulart (1984).

Os dados avaliação de doença, produtividade e massa de mil grãos foram submetidos à análise de variância, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Quando significativas, as variáveis foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Não foi detectada a ocorrência de doenças foliares nesse trabalho.

As percentagens de vagens com podridão foram altas em todos os tratamentos, não apresentando diferença estatística entre eles. Não houve diferença estatística entre os tratamentos nas avaliações de massa de mil grãos e produtividade grãos. A percentagem de grãos avariados em todos os tratamentos foi maior que 16% (Tabela 1). Esse resultado era previsto, uma vez que o efeito residual dos fungicidas em sementes não é longo.

**Tabela 1.** Percentagem de vagens com podridão (VGP), massa de mil grãos em g (MMG); produtividade de grãos em  $\text{kg ha}^{-1}$  (PROD) e percentagem de grãos avariados (AV) no ensaio de tratamento de sementes, em Sinop/MT. Safra 2022/2023.

Tratamentos	Dose mL ou g i.a. $\text{ha}^{-1}$	VGP (%)	MMG (g)	PROD ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	AV (%)
1. Testemunha	0	40,42	177,50	4356,99	16,91
2. Tiabendazol + Metalaxil-M + Fludioxonil	150 + 20 + 25	47,97	174,25	4066,92	19,77
3. Tiofanato Metílico + Fluazinam	350 + 52,5	50,59	175,40	4180,91	20,30
4. Carboxina + Tiram	200 + 200	48,35	181,20	4248,57	17,63
5. Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil	25 + 225 + 250	43,04	174,82	3976,41	21,22
<b>C.V. (%)</b>		<b>12,20<sup>ns</sup></b>	<b>6,47<sup>ns</sup></b>	<b>10,74<sup>ns</sup></b>	-

ns = não significativo, as médias não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

C.V. = Coeficiente de variação.

Na avaliação de sanidade grãos foi encontrada uma alta incidência de *Fusarium* sp., *Cercospora* sp., *Phomopsis* sp. e *Corynespora* sp. em todos os tratamentos, porém não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Avaliação de sanidade de grãos no ensaio de tratamento de sementes, em Sinop/MT. Safra 2022/2023. Incidência (%) de *Fusarium* sp. (FUS), *Aspergillus* sp. (ASP), *Penicillium* sp. (PEN), *Colletotrichum* sp. (COL), *Cercospora* sp. (CER), *Macrophomina* sp. (MAC), *Phomopsis* sp. (PHO), e *Corynespora* sp. (COR) nos grãos.

Trat	FUS	ASP	PEN	COL	CER	MAC	PHO	COR
1	14,25 a	0,00 a	1,12 b	0,50 a	26,25 a	1,00 a	10,50 a	0,12 a
2	15,75 a	0,00 a	1,37 b	0,37 a	25,25 a	0,87 a	5,75 a	0,12 a
3	16,50 a	0,12 a	2,75 a	0,00 a	25,62 a	0,25 a	7,37 a	0,12 a
4	15,37 a	0,00 a	2,37 b	0,50 a	23,50 a	0,50 a	8,87 a	0,12 a
5	12,25 a	0,00 a	0,75 b	0,62 a	24,37 a	0,75 a	11,00 a	0,00 a
<b>C.V. (%)</b>	<b>21,01</b>	<b>447,21</b>	<b>51,20</b>	<b>84,63</b>	<b>18,10</b>	<b>85,00</b>	<b>48,87</b>	<b>193,65</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

C.V. = Coeficiente de variação em percentagem.

## Conclusão

Não houve diferença de produtividade e percentagem de vagens com podridão entre os tratamentos fungicidas vinculados nas sementes, portanto, com base nesses resultados, a prática isolada de tratamento de sementes com fungicidas focando na menor incidência de vagens com podridão não foi eficiente nesse trabalho.

## Agradecimentos

Agradecimento a FAPEMAT pelo financiamento do projeto.

## Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 27 de julho de 2007. Altera o inciso IV, do art. 2º, do Capítulo I, do Anexo da Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007. **Diário Oficial da União**: seção 1, 30 jul. 2007. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalha-Ato.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=703515752>. Acesso em: 2 ago. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 399 p.
- FARIAS NETO, A. L. de; WRUCK, D. S. M. **Metodologia para avaliação a campo e em laboratório de linhagens/ cultivares de soja para podridão de vagens e grãos**. 2. ed. rev. Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril; Londrina: Embrapa Soja, 2022. 7 p. (Embrapa. Comunicado Técnico, s/n). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67772021/embrapa-define-metodologia-para-avaliacao-de-podridao-de-vagens-e-graos-de-soja>. Acesso em: 15 abr. 2024.
- GOULART, A. C. P. **Avaliação do nível de ocorrência e efeitos de *Phomopsis* sp. e *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1984. 80 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja**: detecção e importância. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 58 p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 11).
- NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: McMillan, 1979. 839 p.

## ESTUDO DE CULTIVARES E ÉPOCAS DE SEMEADURA NA SANIDADE DE PLANTAS DE SOJA

WRUCK, D. S. M.<sup>(1)</sup>; RAMOS JUNIOR, E. U.<sup>(2)</sup>; RISPOLI, A. C.<sup>(3)</sup>; KUDLAWIEK, K.<sup>(4)</sup>; VERSARI, L. R.<sup>(5)</sup>; PINTO, A. P. A. C.<sup>(6)</sup>; SANTOS, F. F.<sup>(7)</sup>; XAVIER, M. F.<sup>(8)</sup>; AZEVEDO, J. M. P. M.<sup>(8)</sup>; CRIALESI, R. M. S.<sup>(3)</sup>; SANTOS, S. P.<sup>(7)</sup>; STRAPAZZON, A. S.<sup>(3)</sup>; TURRA, H. Z.<sup>(3)</sup>; FIORINI, T.M.<sup>(3)</sup>; CARVALHO, K. V. P.<sup>(3)</sup>; WRUCK, T. M.<sup>(9)</sup>; RAMOS, B. M.<sup>(10)</sup>; CONSTANTINO, E. J.<sup>(11)</sup>; SABINO, G. M.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT; <sup>(2)</sup>Embrapa Soja; <sup>(3)</sup>FASIPE; <sup>(4)</sup>Fundação Mato Grosso; <sup>(5)</sup>Universidade Federal de Viçosa; <sup>(6)</sup>Universidade Federal de Mato Grosso; <sup>(7)</sup>Instituto Federal de Mato Grosso; <sup>(8)</sup>Faculdade de Tecnologia de Sinop; <sup>(9)</sup>Universidade Federal de Santa Catarina; <sup>(10)</sup>Bolsista REM; <sup>(11)</sup>EPR Consultoria e Pesquisa.

### Introdução

A soja é a principal cultura agrícola da região médio-norte do estado de Mato Grosso (MT), com uma área de mais de 3,5 milhões de hectares. As condições climáticas da região, aliadas à suscetibilidade das cultivares, favoreceram o surgimento de apodrecimentos em vagens e grãos.

As irregularidades de chuvas no início do período chuvoso, na região médio-norte de MT pode ter influência na ocorrência das podridões de vagens e, como ainda não há um agente causal identificado, épocas diferentes de semeadura podem ser ferramentas eficientes para se reduzir o problema ou mesmo para se posicionar cultivares com maior ou menor grau de suscetibilidade.

O objetivo do trabalho foi o de avaliar o efeito da época de semeadura na sanidade de seis cultivares de soja na região médio-norte do estado de Mato Grosso.

### Material e Métodos

O ensaio foi conduzido na estação experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop-MT, composto de seis cultivares de soja, as mais plantadas na região: BMX Desafio RR, BMX Foco IPRO; BMX Olimpo IPRO; M7601 I2X; M8229 I2X e M8372 IPRO; semeadas em três épocas: 1ª época (10/10/2022), 2ª época (20/10/2022) e 3ª época (28/10/2022). O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por seis linhas de 6,0 m com espaçamento entre si de 0,50 m. As duas linhas centrais de cada parcela foram consideradas a área útil, eliminando 0,50 m no comprimento das linhas nas extremidades das parcelas.

Nos estádios reprodutivos foi realizado o monitoramento de doenças foliares, semanalmente. Para a avaliação da incidência de podridão nas vagens e nos grãos, adotou-se a metodologia proposta pela Embrapa (Farias Neto; Wruck, 2022). A colheita foi realizada mecanizada em: 03/02/2023 (1ª época), 13/02/2023 (2ª época) e 20/02/2023 (3ª época). Os grãos colhidos dentro da área útil de cada parcela foram utilizados para se estimar a produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) e a massa de mil grãos (g), a 13% de umidade. A determinação de grãos avariados seguiu a Instrução Normativa do Mapa nº 11, de 15 de maio de 2007, com as alterações da Instrução Normativa do Mapa nº 37, de 27 de julho de 2007: Padrão Oficial de Classificação, sendo que os grãos avariados compreenderam a soma de ardidos, mofados, fermentados, danificados, imaturos, chochos, germinados e queimados (Brasil, 2007, 2009). Quando significativas, as variáveis foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Houve efeito significativo da época de semeadura e da cultivar, na incidência de vagens com apodrecimento (Tabela 1). Na primeira época, as cultivares M8220 i2X e Olimpo IPRO apresentaram os menores valores de vagens com apodrecimento (%) em R7, diferenciando-se das demais. Na segunda época, M8220 i2X diferiu das demais com os menores valores de podridão. Foram intermediárias as cultivares Foco IPRO e M7601 i2X. Já para a terceira época, M8220 i2X foi a que apresentou a menor porcentagem de apodrecimento de vagens, sendo intermediárias as cultivares M8372 IPRO, Olimpo IPRO e M7601 i2X. Em relação a porcentagem de grãos avariados os valores variaram de 2,92% a 15,64% (Tabela 1).

**Tabela 1.** Porcentagem de vagens com podridão (VGP) e grãos avariados (AV) de cultivares de soja em três épocas de plantio. Sinop-MT, 2024.

Tratamentos	1ª época		2ª época		3ª época	
	VGP (%)	AV (%)	VGP (%)	AV (%)	VGP (%)	AV (%)
Desafio RR	28,3 a	14,2	51,7 c	28,34	45,2 c	15,64
M8372 IPRO	23,1 a	11,6	47,8 c	19,03	22,3 b	7,67
Foco IPRO	23,1 a	6,9	32,9 b	11,77	50,5 c	10,99
Olimpo IPRO	16,1 b	14,2	49,1 c	19,78	29,1 b	12,19
M8220 I2X	10,1 b	4,3	11,0 a	4,16	5,5 a	2,92
M7601 I2X	26,0 a	7,0	33,4 b	13,62	32,5 b	7,72
Média	21,1	9,7	37,7	16,1	30,9	9,5
<b>C.V. (%)</b>	<b>46,61</b>	-	<b>15,66</b>	-	<b>51,08</b>	-

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.  
C.V. = Coeficiente de variação em porcentagem.

Os genótipos não apresentaram diferença entre si na massa de mil grãos (Tabela 2). Na primeira época de semeadura não houve diferença entre as cultivares na produtividade de grãos. Já na segunda e terceira épocas de semeadura, o material M8372 IPRO obteve a menor média de produtividade, diferindo estatisticamente das demais cultivares (Tabela 2).

**Tabela 2.** Massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD) de diferentes cultivares de soja em três épocas de plantio. Sinop-MT, 2024.

Tratamentos	1ª época		2ª época		3ª época	
	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	MMG (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	MMG (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	MMG (g)
Desafio RR	2772	171,0	2762 a	155,5	2730 a	148,8
M8372 IPRO	2889	172,0	2260 b	149,3	2413 b	150,0
Foco IPRO	2859	146,5	2737 a	153,3	2559 a	142,5
Olimpo IPRO	3044	172,0	2900 a	120,3	2802 a	156,3
M8220 I2X	3104	159,0	2713 a	153,0	2625 a	132,0
M7601 I2X	2889	159,5	2852 a	160,0	3019 a	152,8
Média	2926	163,3	2704	148,6	2691	147,1
<b>C.V. (%)</b>	<b>22,53<sup>ns</sup></b>	<b>7,35</b>	<b>9,65</b>	<b>15,60</b>	<b>11,18</b>	<b>8,35</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.  
ns = não significativo, as médias não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## Agradecimentos

Agradecimento a FAPEMAT pelo financiamento do projeto.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 27 de julho de 2007. Altera o inciso IV, do art. 2º, do Capítulo I, do Anexo da Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007. **Diário Oficial da União**: seção 1, 30 jul. 2007. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalha-Ato.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=703515752>. Acesso em: 2 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 399 p.

FARIAS NETO, A. L. de; WRUCK, D. S. M. **Metodologia para avaliação a campo e em laboratório de linhagens/cultivares de soja para podridão de vagens e grãos**. 2. ed. rev. Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril; Londrina: Embrapa Soja, 2022. 7 p. (Embrapa. Comunicado Técnico, s/n). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67772021/embrapa-define-metodologia-para-avaliacao-de-podridao-de-vagens-e-graos-de-soja>. Acesso em: 15 abr. 2024.

# AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TÉCNICO DE FUNGICIDAS MICROBIOLÓGICOS NA PROTEÇÃO E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO EM SOJA EM PULVERIZAÇÃO FOLIAR

WILLRICH, R. V. R.<sup>(1)</sup>; RODRIGUES, E. M. D. S.<sup>(1)</sup>; GARAFFA, J. P.<sup>(2)</sup>; TERHORST, T.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Santa Maria; <sup>(2)</sup>Pesquisagro Soluções em Pesquisas Agrícolas.

## Introdução

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das mais importantes culturas na economia mundial (Dalmolin, 2015). Seu centro de origem foi na China (Verneti; Gastal, 1979), e a sua disseminação do Oriente para o Ocidente ocorreu por meio de navegações (Chung; Singh, 2008).

Graças às suas características nutritivas e industriais, seu cultivo se expandiu para todo o mundo, sendo hoje uma das principais plantas cultivadas. Outro fator que contribui para a expansão principalmente no Brasil é o constante trabalho de melhoramento, possibilitando o seu cultivo em diferentes climas e altitudes, tornando possível o estabelecimento em diversas regiões (Aprosoja, 2023).

Porém o rendimento, a lucratividade e o sucesso da produção de soja, vem sendo limitado por algumas doenças que afetam a cultura, em todo o mundo (Hartman et al., 1999). Entre elas, destacam-se as doenças foliares, pois afetam diretamente o número de vagens por planta e o peso dos grãos, pois reduzem a área fotossinteticamente ativa e provocam a senescência antecipada das folhas, encurtando o ciclo da cultura (Yorinori et al., 2005). Dentre as doenças podemos destacar as ocasionadas por fungos, como a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow) que ocorre em todo o ciclo da cultura, além de septoriose (*Septoria glycines* Hemmi) e crestamento de cercospora (*Cercospora kikuchii* Matsu & Tomoyasu) conhecidas como complexo de doenças de final de ciclo, bem como aquelas doenças causadas por bactérias, como o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (Coerper) Young, Dye & Wilkie).

O uso de fungicidas químicos são as ferramentas mais comuns no manejo dessas doenças, no entanto, alguns patógenos resistentes têm causado a perda de eficiência dos principais ativos químicos, principalmente os fungicidas sítio-específicos. Nesse sentido, o uso de produtos biológicos tem ganhado destaque, com empenho da pesquisa e da indústria no desenvolvimento de fungicidas microbiológicos com potencial de controle de doenças foliares na cultura da soja.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial técnico de fungicidas microbiológicos a base de *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus subtilis* associados e comparados com fungicidas químicos na proteção de doenças foliares em soja.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido de 23/11/2023 a 03/03/2024, na Área Experimental da Pesquisagro, em Ibirubá - RS. Segundo a classificação internacional de Koeppen, o clima da região é do tipo subtropical úmido Cfa. A precipitação pluviométrica durante o período da cultura foi de 862,2 milímetros sendo o mês de março o com maior índice. O solo da área foi identificado como Franco argiloso. O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram de 5 linhas, espaçadas a 45 cm entre si, com 5 metros de comprimento, totalizando 11,25 m<sup>2</sup>. A cultivar utilizada foi BMX ATIVA RR e no tratamento de sementes foi utilizado Apron (Fludioxonil+metalaxil) com dose de 2 ml/kg de semente. A adubação foi de 300 kg/ha em linha utilizando NPK 02-23-23.

As aplicações dos fungicidas foram realizadas com cilindro de CO<sub>2</sub>, com vazão de 150 L/ha, no fim da tarde, com temperaturas amenas e velocidade de caminhamento de 1m/s.

O experimento foi constituído por 4 tratamentos: **1 - Testemunha** onde não foi feita nenhuma aplicação; **2 - Biológico** foi feita aplicação de *Trichoderma harzianum* na dose de 100 ml/ha (p.c. Marechal) em pós semeadura; *Bacillus amyloliquefaciens* na dose de 200 ml/ha (p.c. DuoBac Meta) na aplicação 0-1-2 e *Bacillus subtilis* na dose de 300 ml/ha (p.c. DuoBac Sigma) na aplicação 3-4; **3 - Químico** foi aplicado nativo na dose de 500 ml/ha na aplicação 0, Fox Xpro + Unizeb Gold na dose de 500 ml/ha e 1,5 kg/ha na aplicação 1, Excalia Max + Unizeb Gold na dose de 500 ml/ha e 1,5 kg/ha na aplicação 2, Approach Power + Unizeb Gold na dose de 600 ml/ha e 1,5 kg/ha na aplicação 3, Sphere max + Unizeb Gold na dose de 200 ml/ha e 1,5 kg/ha na aplicação 4. **4 - Químico + Biológico** foi realizado a aplicação dos tratamentos 2 e 3 citados acima, nas mesmas ordens e dosagens de aplicação.

As avaliações da severidade das doenças foliares para septoriose e crestamento bacteriano foram realizadas nos dias 8/01/2024, 15/01/2024 e 20/02/2024. Já para ferrugem-asiática e crestamento de cercospora, as avaliações foram feitas 20/02/2024 e 28/02/2024. Já as avaliações de área foliar foram em 5/01/2024 e 15/01/2024 e para fitotoxicidade em 8/01/2024 e 15/01/2024. A produtividade (kg/ha) e o peso de mil sementes (g) foram estimados após a colheita.

Os dados obtidos em todas as análises foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

## Resultados e Discussão

A doença que predominou no experimento foi a ferrugem-asiática, onde nas parcelas não tratadas aos 97 dias após o plantio apresentaram uma severidade de 78,25%, sendo que o tratamento utilizando somente o controle biológico não se mostrou eficiente para a doença, quando comparado com o tratamento utilizando o químico de maneira isolada e também quando comparado ao tratamento químico associado ao biológico, que apresentou o controle mais eficaz, de 59,74%. Para o crestamento foliar de cercospora, também aos 97 dias após o plantio, foi observado que o tratamento químico tanto isolado como associado ao biológico apresentaram o controle mais eficaz, sendo 70,73% e 81,07%, respectivamente, observando a melhor eficiência quando utilizados de maneira associada, porém não apresentaram diferença estatística. Já o tratamento biológico de maneira isolada mostrou-se inferior com uma eficiência de controle de 15,8%.

Para septoriose, observou-se aos 89 dias após o plantio que o controle químico e biológico quando observados isoladamente foram eficazes para o controle, porém não diferiram estatisticamente, da mesma forma, quando utilizados de maneira associada, mostraram o melhor controle da doença, sendo uma eficiência de 85,35%. Além disso, a AACPD de septoriose seguiu a mesma tendência.

Para o crestamento bacteriano, as três alternativas de controle foram eficazes e superiores, não diferindo estatisticamente entre si, porém quando observado a AACPD de crestamento, o tratamento químico e biológico utilizados de maneira conjunta mostrou-se superior aos demais com eficiência de controle de 46,36%.

Quando avaliado a porcentagem de área foliar verde 43 dias após o plantio, o tratamento biológico mostrou-se superior, 10 dias depois, ambos os tratamentos, incluindo a testemunha não diferiram entre si. Já para o parâmetro de fitotoxicidade na primeira avaliação, aos 46 dias após o plantio, as plantas do tratamento químico apresentaram fitotoxicidade superior aos demais tratamentos, já na segunda avaliação o mesmo não foi observado e da mesma forma, ambos os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si.

Já para os parâmetros avaliados após a colheita, sendo a produtividade e o peso de mil sementes, para ambos, os tratamentos químico e químico associado ao biológico foram os superiores, sendo que, quando utilizados de maneira associada, houve um incremento de produtividade

de 19,69 sc/ha quando comparado ao tratamento testemunha e peso de mil sementes de 151,98 g, sendo 16,51 g a mais que o tratamento sem nenhum controle. O tratamento químico não diferiu estatisticamente do tratamento associado. O tratamento utilizando somente o biológico não apresentou diferença quando comparado ao tratamento testemunha.

## Conclusão

Para todas as doenças avaliadas, a associação de produtos químicos + biológicos apresentou a melhor eficiência de controle. O maior incremento de produtividade foi obtido na associação de fungicidas microbiológicos a base de *Bacillus amyloliquifaciens* e *Bacillus subtilis* ao manejo químico, incrementando em 19,69 sacas quando comparada a testemunha e 7,9 sacas quando comparado ao manejo padrão químico isolado. A combinação de produtos biológicos beneficiou o manejo de doenças foliares e conseqüentemente promoveram maior produtividade para a cultura da soja.

## Referências

- APROSOJA - Associação Brasileira dos Produtores de Soja. **A soja**. 2023. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acesso em: 20 maio 2024.
- CHUNG, G.; SINGH, R. J. Broadening the genetic base of soybean: a multidisciplinary approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n. 5, p. 295-341, 2008.
- DALMOLIN, A. K. **Aplicação foliar de molibdênio e cobalto na cultura da soja**: rendimento e qualidade de sementes. 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- HARTMAN, G.; SINCLAIR, J.; RUPE, J. **Compendium of soybean diseases**. Saint Paul: APS, 1999. 128 p.
- VERNETTI, F. de J.; GASTAL, M. F. da C. **Descrição botânica da soja**. Pelotas: EMBRAPA-UEPAE de Pelotas, 1979. 15 p. (EMBRAPA-UEPAE de Pelotas. Circular Técnica, 7).
- 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 from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005.

## IDENTIFICAÇÃO DE *Diaporthe ueckeri* NA COLEÇÃO DE MICRORGANISMOS DE INTERESSE PARA A AGRICULTURA DA EMBRAPA SOJA

GODOY, C. V.<sup>(1)</sup>; MEYER, M. C.<sup>(1)</sup>; MARCELINO-GUIMARAES, F. C.<sup>(1)</sup>; COSTAMILAN, L. M.<sup>(2)</sup>; SOARES, R. M.<sup>(1)</sup>; SEIXAS, C. D. S.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR ; <sup>(2)</sup>Embrapa Trigo.

### Introdução

Espécies do gênero *Diaporthe* (anamorfo *Phomopsis*) podem ser endofíticas e patogênicas em uma ampla gama de hospedeiros, e responsáveis por diversas doenças, algumas de importância econômica.

Na cultura da soja, as espécies de *Diaporthe* podem causar o cancro da haste, a podridão de vagens e grãos e a seca das hastes e das vagens. O cancro da haste é a doença de maior importância econômica, sendo causado principalmente por duas espécies: *D. aspalathi*, relatado pela primeira vez no Brasil em 1989 (Yorinori et al., 1989), e *D. caulivora* (Costamilan et al., 2008), favorecido por temperaturas mais baixas quando comparado a *D. aspalathi*, mas podendo se sobrepor geograficamente. No Brasil, a maioria dos programas de melhoramento seleciona cultivares com resistência a *D. aspalathi*.

*Diaporthe longicolla* era descrito como o principal agente causal da podridão de grãos, podendo causar também a podridão das vagens, juntamente com *D. sojae*, e sintomas de seca das hastes na soja. Embora as diferentes espécies estejam associadas às doenças mencionadas, todas podem ser isoladas de grãos e tecidos de outros órgãos da planta, com ou sem sintomas aparentes (Udayanga et al., 2015; Petrovic et al., 2021).

A diferenciação das espécies de *Diaporthe* era feita com base em morfologia e em sintomas da doença no hospedeiro. No entanto, devido à variabilidade inter e intraespecífica, características morfológicas nem sempre são suficientes. Análises filogenéticas a partir de regiões do genoma das diferentes espécies do complexo têm permitido maior precisão na identificação. Recentemente, outras espécies têm sido associadas aos sintomas das doenças de soja causadas pelo complexo *Diaporthe*, entre elas *D. ueckeri* (Petrovic et al., 2021).

A Embrapa Soja possui uma coleção de microrganismos obtidos de amostras de plantas com diferentes sintomas, mantidos na Coleção de Microrganismos de Interesse para a Agricultura da Embrapa Soja (CMES), muitos dos quais identificados inicialmente com base em características da colônia, morfologia e sintomas nas plantas.

O objetivo deste trabalho foi realizar a análise molecular de isolados do complexo de *Diaporthe* depositados na CMES, coletados a partir de diferentes partes de plantas de soja e de algodão, em diferentes anos e locais do Brasil, para verificar a presença de *D. ueckeri*.

### Material e Métodos

Oitenta isolados da CMES, coletadas entre os anos de 1989 e 2023, foram enviados ao laboratório Agrônômica (Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário Ltda.) para separação de quatro espécies de *Diaporthe*, por amplificação por qPCR da região do fator de alongação (EF) das espécies *D. aspalathi*, *D. caulivora* e *D. ueckeri*, utilizando os iniciadores desenvolvidos pelo próprio laboratório. Para a espécie *D. longicolla*, foram utilizados os iniciadores PL-3F, PL-3R e PL-3P (Zhang et al., 1999).

Micélio proveniente de cada colônia foi macerado em N<sub>2</sub> líquido para extração de DNA total, utilizando o kit Wizard Genomic DNA Purification (Promega, Madison, EUA), de acordo com as

instruções do fabricante. A quantificação e a qualidade do DNA extraído foram verificadas em espectrofotômetro (Nanodrop ThermoScientific modelo 2000).

O mix da qPCR para as quatro espécies (12 µL) continha 2,0 µL de DNA genômico (50 ng µL<sup>-1</sup>), 0,15 µL de cada iniciador (0,3 µM), 0,24 µL da sonda (0,1 µM), 3,46 µL de água ultrapura esterelizada e 6 µL do master mix Go Taq Probe (Promega). O programa de amplificação da PCR consistiu em 95 °C por 5 min, seguido por 40 ciclos de 95 °C por 15 s e 60 °C por 1 min. As amostras foram consideradas positivas quando o valor do Ct ( ) foi ≤ 35 e os controles de contaminação, sem sinal de amplificação.

## Resultados e Discussão

Entre os 80 isolados enviados, alguns apresentaram mais de uma espécie de *Diaporthe* na amostra sendo: 25 classificados como *D. aspalathi*, 61 *D. longicolla* e 31 *D. ueckeri*. Somente um isolado (CMES 659) não foi identificado como uma das quatro espécies. Nenhum dos isolados enviados foi classificado como *D. caulivora* (Tabela 1).

Dos 25 isolados de *D. aspalathi*, 23 foram obtidos entre os anos de 1989 e 2007, a partir de haste, raízes e grãos de soja (Tabela 1). Os isolados coletados após essa data foram do Mato Grosso (CMES 1805) e Goiás (CMES 2119). Sete das placas com *D. aspalathi* apresentaram também a espécie *D. longicolla*, e duas, *D. ueckeri* (CMES 458 e CMES 2119), sendo o mais antigo coletado em 2000 (CMES 458), em Ponta Grossa, PR, em raízes de soja.

Dos 31 isolados de *D. ueckeri*, 29 continham também a presença de *D. longicolla* na mesma amostra, incluindo o isolado de folhas de algodoeiro (CMES 2122). Os isolados foram obtidos de hastes, raízes, sementes e restos de culturas nos estados do Paraná (10), de São Paulo (2), do Pará (2), do Rio Grande do Sul (1), de Goiás (2), do Tocantins (1), de Minas Gerais (1) e de Mato Grosso (12).

## Conclusão

Nas amostras depositadas na CMES foram encontrados isolados de *D. ueckeri*, pelo método de detecção empregado, oriundos de oito regiões produtoras no Brasil, a partir da década de 2000.

## Referências

- COSTAMILAN, L. M.; YORINORI, J. T.; ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S.; BINNECK, E.; ARAÚJO, M. R.; CARBONARI, J. A. First report of *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* infecting soybean plants in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 381-385, 2008.
- PETROVIĆ, K.; SKALTSAS, D.; CASTLEBURY, L. A.; KONTZ, B.; ALLEN, T. W.; CHILVERS, M. I.; GREGORY, N.; KELLY, H. M.; KOEHLER, A. M.; KLECZEWSKI, N. M.; MUELLER, D. S.; PRICE, P.P. 3<sup>rd</sup>; SMITH, D. L.; MATHEW, F. M. *Diaporthe* seed decay of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] is endemic in the United States, but new fungi are involved. **Plant Disease**, v. 105, p. 1621-1629, 2021.
- UDAYANGA, D.; CASTLEBURY, L. A.; ROSSMAN, A. Y.; CHUKEATIROTE, E.; HYDE, K. D. The *Diaporthe sojae* species complex: phylogenetic re-assessment of pathogens associated with soybean, cucurbits and other field crops. **Fungal Biology**, v. 119, p. 383-407, 2015.
- YORINORI, J. T.; ALMEIDA, A. M. R.; HOMECHIN, M.; MIRANDA, I. C.; KIIHI, R. A. S.; POIA, J. N. Epifítia do cancro da haste da soja nos municípios de Castro, Palmeira, Ponta Grossa e Tibagi, no Paraná e Rondonópolis, no Mato Grosso, na safra de 1988/89. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 5., 1989, Campo Grande. **Resumos ...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1989. p. 22-23
- ZHANG, A. W.; HARTMAN, G. L.; CURIO-PENNY, B.; PEDERSEN, W. L.; BECKER, K. B. Molecular detection of *Diaporthe phaseolorum* and *Phomopsis longicolla* from soybean seeds. **Phytopathology**, v. 89, p. 796-804, 1999.

**Tabela 1.** Dados de identificação de espécies de *Diaporthe* da coleção de microrganismos de Interesse para a Agricultura da Embrapa Soja (CMES). Da: *D. aspalathi*, DI: *D. longicolla* e Du: *D. ueckeri*.

Código	Da	DI	Du	Ano de coleta	UF
CMES 418	+			1997	GO
CMES 459		+		2001	GO
CMES 469	+	+		2001	GO
CMES 482	+			2001	GO
CMES 2119	+	+	+	2018	GO
CMES 2121		+	+	2018	GO
CMES 507	+			2007	MA
CMES 384	+			1992	MG
CMES 400	+			1993	MG
CMES 486	+	+		2003	MG
CMES 2738		+	+	2023	MG
CMES 392	+	+		1993	MS
CMES 411	+			1993	MS
CMES 668		+		2008	MS
CMES 417	+			1997	MT
CMES 1659		+		2016	MT
CMES 1805	+	+		2016	MT
CMES 1831		+	+	2017	MT
CMES 1833		+	+	2017	MT
CMES 1837		+		2017	MT
CMES 1841		+		2017	MT
CMES 1845		+		2017	MT
CMES 1855		+		2017	MT
CMES 1827		+	+	2017	MT
CMES 21221		+	+	2018	MT
CMES 2473		+	+	2022	MT
CMES 2344		+	+	2022	MT
CMES 2470		+	+	2022	MT
CMES 2474		+	+	2022	MT
CMES 2722		+	+	2022	MT
CMES 2728		+		2022	MT
CMES 2456			+	2022	MT
CMES 2732		+	+	2023	MT
CMES 896		+		-	MT
CMES 659				1994	MT
CMES 2682		+	+	2022	MT
CMES 1866		+	+	2017	PA
CMES 2120		+	+	2018	PA
CMES 520	+	+		1989	PR
CMES 380	+	+		1992	PR
CMES 386	+	+		1992	PR
CMES 390	+			1992	PR
CMES 393	+			1993	PR
CMES 412	+			1995	PR
CMES 415	+			1996	PR
CMES 458	+		+	2000	PR
CMES 465	+			2001	PR
CMES 478	+			2001	PR
CMES 484	+			2002	PR
CMES 490	+			2005	PR
CMES 645		+		2007	PR
CMES 1902		+		2007	PR
CMES 894		+	+	2010	PR
CMES 1155		+		2012	PR
CMES 1863		+		2017	PR
CMES 1923		+	+	2017	PR
CMES 2099		+		2018	PR
CMES 2106		+	+	2018	PR
CMES 2214		+	+	2018	PR
CMES 2230		+		2018	PR
CMES 2219		+	+	2019	PR
CMES 2689		+	+	2022	PR
CMES 2694		+	+	2023	PR
CMES 2699		+		2023	PR
CMES 912		+	+	-	PR
CMES 919		+		-	PR
CMES 1561		+	+	2014	PR
CMES 1432		+		2013	RR
CMES 898		+		-	RR
CMES 925		+		2000	RS
CMES 498	+			2006	RS
CMES 1870		+		2017	RS
CMES 2112		+		2018	RS
CMES 2115		+	+	2018	RS
CMES 910		+		-	RS
CMES 1641		+		2016	RS
CMES 1173		+	+	2013	SP
CMES 2216		+	+	2019	SP
CMES 2692		+		2023	SP
CMES 2243		+	+	2019	TO

## DENSIDADES POPULACIONAIS DE *Pratylenchus brachyurus* E *Aphelenchoides besseyi* NO SISTEMA SOJA-BRAQUIÁRIA-SOJA

LORETO, R. B.<sup>(1)</sup>; CAMARGO, J. F. M.<sup>(2)</sup>; FAVORETO, L.<sup>(3)</sup>; MEYER, M. C.<sup>(3)</sup>; MACHADO, A. C. Z.<sup>(4)</sup>  
<sup>(1)</sup>Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>Anhanguera; <sup>(3)</sup>Embrapa Soja; <sup>(4)</sup>Agronema.

### Introdução

A soja é uma das culturas que integram o sistema de plantio direto, sendo a principal escolha para compor os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP). Isso se deve não apenas ao retorno econômico, mas também às características de seus resíduos, que possuem uma menor relação C:N, com rápida decomposição e disponibilização de nitrogênio para a cultura subsequente (Kluthcouski; Stone 2003).

As espécies do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) são amplamente utilizadas em solos arenosos e possibilitam a produção de soja em áreas degradadas com a adoção do sistema de ILP. Seu sistema radicular robusto e volumoso contribui para a mobilização de nutrientes tanto na camada superficial quanto nas camadas mais profundas do solo, agregando os benefícios da matéria orgânica (Resende et al., 2021).

Nas áreas cultivadas com soja, as espécies do gênero *Urochloa* são opção viável para reduzir a incidência de nematoides de galhas, de cistos e do nematoide-reniforme, pois comportam-se como más e/ou não hospedeiras dessas espécies (Avelino et al., 2019; Lopes et al., 2020).

*Pratylenchus brachyurus* é amplamente encontrado em regiões tropicais e subtropicais, especialmente no Centro-Oeste do Brasil (Ribeiro et al., 2010). *Aphelenchoides besseyi* também é encontrado em regiões quentes e chuvosas do Brasil, causando danos à parte aérea da soja, podendo levar à perda total da lavoura (Meyer et al., 2017). A depender da cultura de sucessão utilizada, as populações de ambos os nematoides podem crescer no solo, trazendo prejuízos potenciais à cultura da soja, que representa a principal atividade econômica na área de produção. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica populacional de *A. besseyi* e *P. brachyurus* em áreas que se baseiam na sucessão soja (1º cultivo) – braquiária – soja (2º cultivo).

### Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, em vasos de seis litros reenchidos com uma mistura autoclavada de areia e solo na proporção 3:1. A sucessão de culturas utilizada foi soja-braquiária-soja, com seis repetições.

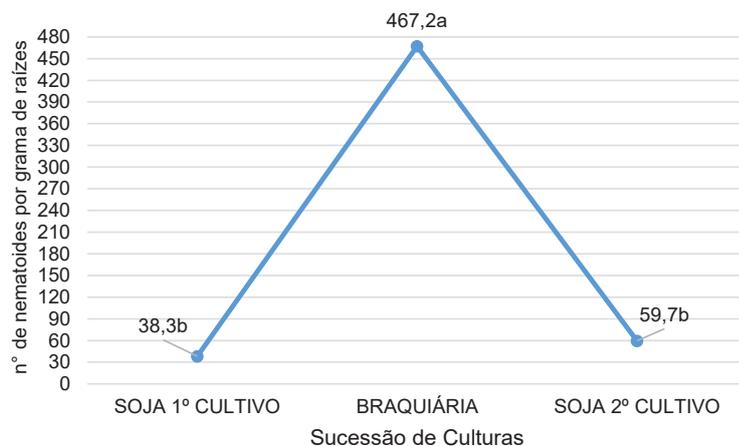
Foram utilizadas as cultivares BRS 284 de soja e Marandu de *U. brizantha*, respectivamente. Os nematoides foram inoculados apenas uma vez, aos sete dias após a emergência (DAE) do primeiro cultivo de soja. As plantas foram inoculadas com 500 indivíduos de *A. besseyi* e 300 de *P. brachyurus*. Aos 120 dias da instalação de cada cultura, foram realizadas as coletas das plantas para a avaliação da densidade populacional dos nematoides. Após cada coleta, foi mantida a palhada da cultura antecessora na superfície do solo contido nos vasos, durante 30 dias, até o momento da semeadura da cultura subsequente (braquiária e soja, respectivamente).

Para *A. besseyi*, foi avaliado o nº total de nematoides encontrados na parte aérea (Pf), nº de nematoides encontrados por grama de massa fresca de parte aérea (Nem g<sup>-1</sup>) e o fator de reprodução (FR = Pf/Pi). Para isso, a parte aérea foi separada do sistema radicular e, a massa fresca foi pesada e processada para extração dos nematoides (Coolen; D'Herde, 1972). Para *P. brachyurus*, foi avaliado o nº total de nematoides encontrados nas raízes (Pf), nº de nematoides encontrados por grama de massa fresca de raízes (Nem g<sup>-1</sup>) e o fator de reprodução (FR = Pf/Pi). A massa fresca das raízes foi obtida e essas foram processadas para extração dos nematoides (Coolen; D'Herde, 1972).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, utilizando-se o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

## Resultados e Discussão

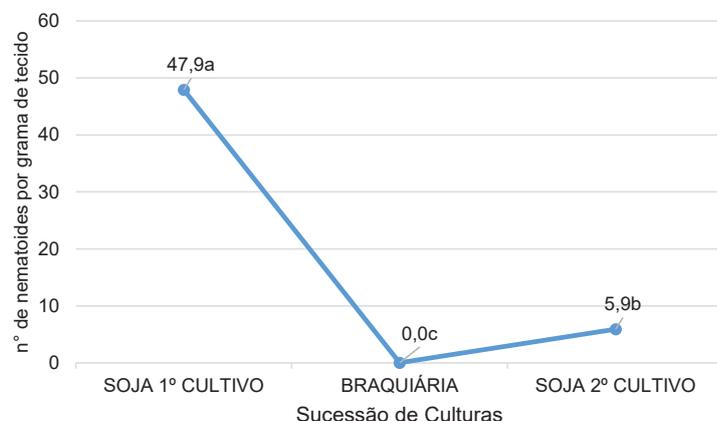
A população de *P. brachyurus* foi de 38,28 (soja 1º cultivo), 467,16 (braquiária) e 59,66 (soja 2º cultivo) nematoides por grama de raízes (Figura 1). Observou-se aumento da população de *P. brachyurus* na braquiária cv. Marandu, pois essa é boa hospedeira desse nematoide, com valores de FR elevados (FR=233,66). Por outro lado, a quantidade de nematoides encontrada na cultura da soja não apresentou diferença significativa entre as duas safras, demonstrando que, em comparação com a braquiária, a soja BRS 284 multiplica *P. brachyurus* em menor proporção.



**Figura 1.** Número de *Pratylenchus brachyurus* por grama de raízes aos 120 dias após a instalação de cada cultura. Valores representam a **média de seis repetições** e aqueles seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 5\%$ ).

A densidade populacional de *A. besseyi* foi de 47,91 (soja 1º cultivo), 0,03 (braquiária) e 5,91 (soja 2º cultivo) por grama de tecido de parte aérea (Figura 2). Observou-se redução da população do nematoide na braquiária cv. Marandu (FR= 0,01), o que evidenciou que esta cultivar pode ser considerada má hospedeira do nematoide. Além disso, a soja cultivada na sequência dessa braquiária apresentou uma quantidade de nematoides oito vezes menor do que a encontrada no 1º cultivo.

Dessa forma, devem-se utilizar espécies forrageiras com menor FR, combinadas com outras práticas de manejo, incluindo o uso de nematicidas químico ou biológico, conforme a disponibilidade de produtos registrados para as culturas e para os nematoides envolvidos.



**Figura 2.** Média do número de *Aphelenchoides besseyi* por grama de tecido de parte aérea avaliada aos 120 dias após a instalação de cada cultura. Valores representam a média de seis repetições e aqueles seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 5\%$ ).

## Conclusão

A braquiária 'Marandu' não é hospedeira de *A. besseyi*, promovendo sua redução populacional quando utilizada como cultura em sucessão à soja. Esta cultivar permite elevada multiplicação de *P. brachyurus* e, caso seja inserida na sucessão em sistema de ILP em áreas infestadas, contribuirá para o aumento populacional.

## Referências

- AVELINO, A. C. D.; FARIA, D. A.; OLIVEIRA, L. D.; TERZI, B. G.; CONTRERAS FILHO, A. S.; AFONSO, M. F.; RONDON, O. H. S.; ARIEIRA, G. O.; ABREU, J. G.; PEIXOTO, W. M.; ROSSI, M. Phytonematodes in integrated crop-livestock systems of tropical regions. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 37, n. 4, p. 1-13, 2019.
- 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.
- COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Research Center, 1972. 77 p.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Manejo sustentável dos solos dos Cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 61-104.
- LOPES, A. P. M.; SOARES, M. R. C.; CHIDICHIMA, L. P. S.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Weed hosts of *Meloidogyne* spp. and the effect of aqueous weed extracts on egg hatching. **Weed Research**, v. 60, n. 2, p. 142-149, 2020.
- MEYER, M. C.; FAVORETO, L.; KLEPKER, D.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C. Soybean green stem and foliar retention syndrome caused by *Aphelenchoides besseyi*. **Tropical Plant Pathology**, v. 42, n. 5, p. 403-409, 2017.
- RESENDE, A. V. de; GIEHL, J.; SIMÃO, E. de P.; ABREU, S. C.; FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; MARRIEL, I. E.; MELO, I. G.; MARQUES, L. de S.; GONTIJO NETO, M. M. **Créditos de nutrientes e matéria orgânica no solo pela inserção do capim-braquiária em sistemas de culturas anuais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 29 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 277).
- RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J. M. dos. Distribuição de fitonematóides em regiões produtoras de soja do Estado de Mato Grosso. In: HIROMOTO, D. M.; CAJU, J.; CAMACHO, S. A. (ed.). **Boletim de pesquisa de soja 2010**. Rondonópolis: Fundação MT, 2010. (Fundação MT. Boletim de pesquisa de soja, 14). p. 289-296.

## ISOLAMENTO DE FUNGO FITOPATOGÊNICO EM SOJA (*Glycine max*): *Sclerotium rolfsii*

MELO, A. M. M. F.<sup>(1)</sup>; MAIA, K. L.<sup>(2)</sup>; MELO, E. P.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Ferst - Centro Agronômico de Pesquisa e Desenvolvimento, Dourados, MS; <sup>(2)</sup>Universidade Federal da Grande Dourados; <sup>(3)</sup>Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS).

### Introdução

Apesar de existirem microrganismos comensais em determinados ambientes, alguns deles podem ser prejudiciais ao desenvolvimento da planta. Os fungos associados a plantas pertencem ao filo Ascomycota e podem ser agrupados em três tipos: endofíticos, epifíticos e fitopatogênicos (Canuto et al., 2012).

Os fungos fitopatogênicos podem ser isolados e identificados por técnicas específicas. Os fungos mais frequentes em culturas são: *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium spp*, *Macrophomina phaseolina*, *Phomopsis sp*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii* (Henning, 2015).

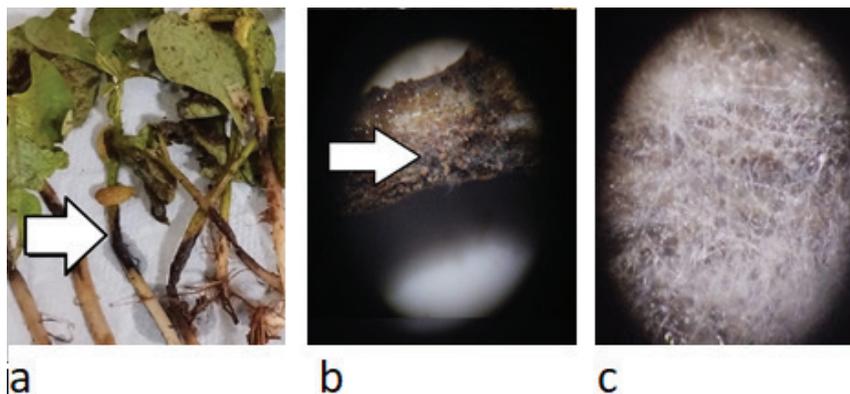
*Sclerotium rolfsii* é um fungo presente no solo que produz escleródios pequenos, marrom-escuros (quando maduros), semelhantes a sementes de repolho (Henning, 2015). É classificado como patógeno com parasitismo provocando grandes danos às plantas afetadas e pode ocorrer na forma anamórfica não produzindo esporos nem corpos de frutificação, sendo observadas somente hifas.

O modo de proliferação e persistência de *S. rolfsii* no solo, além de sua diversificada gama de hospedeiros, contribui para sua importância no campo de fungo fitopatogênicos, provocando o tombamento em plântulas, murcha e podridão radicular (Athayde Sobrinho; Santos, 2021).

O objetivo deste trabalho foi isolar e identificar *S. rolfsii* em amostra de soja identificada no campo com suspeita de ser afetada por este fungo.

### Material e Métodos

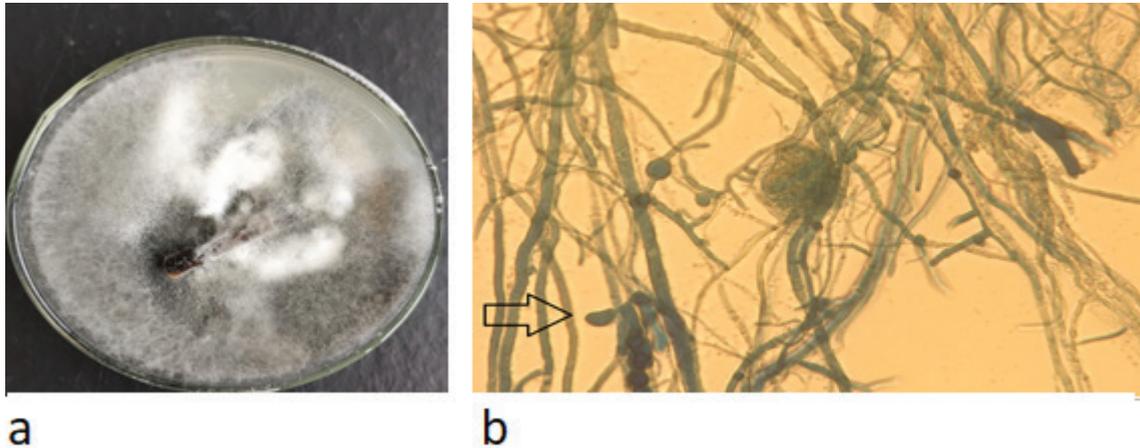
O isolamento foi realizado em planta com sintomas (Figura 1A e 1B) transportada do campo no dia seguinte a chegada ao laboratório. A planta comprometida foi observada em estereoscópio e, posteriormente, desinfetada com álcool 70. Após evaporação do álcool a planta sofreu cortes com lâminas de bisturi para retirada da porção comprometida e inoculação em agar seletivo para crescimento do fungo (BDA). A placa ficou incubada em BOD durante 3 dias e após o crescimento de colônia realizou-se o microcultivo e observação em microscópio óptico em aumento de 40X (Figura 1C).



**Figura 1.** Planta com sintomas (A); Observação da planta em estereoscópio (B); Observação da colônia em estereoscópio (C).

## Resultados e Discussão

O crescimento de colônia filamentosa aconteceu em até 3 dias (Figura 2A). A aparência macroscópica apesar de disponível forneceu elementos que conseguiu indicar o agente de forma isolada. A análise microscópica propiciou a observação dos elementos de reprodução característicos e sugestivos de *Sclerotium rolfsii* (Figura 2B).



**Figura 2.** Observação macroscópica em meio seletivo (BDA)(A), presença de hifas e elementos de reprodução - *Sclerotium rolfsii* (B).

## Conclusão

O isolamento do fungo fitopatogênico apesar de ser um processo relativamente simples, requer manuseio e preparo, pois é muito fácil haver o crescimento de fungos contaminantes.

## Referências

ATHAYDE SOBRINHO, C.; SANTOS, A. R. B. **Métodos de inoculação de *Sclerotium rolfsii* Sacc. em feijão-caupi.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2021. 11 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado técnico, 263).

CANUTO, K. M.; RODRIGUES, T. H. S.; OLIVEIRA, F. S. A. de; GONÇALVES, F. J. T. **Fungos endofíticos: perspectiva de descoberta e aplicação de compostos bioativos na agricultura.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 25 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 154).

HENNING, A. A. **Guia prático para identificação de fungos mais frequentes em sementes de soja.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. 33 p.

## EMERGÊNCIA DE *Diaporthe ueckeri* E *D. longicolla* NA REGIÃO SUL DO BRASIL EM PLANTAS DE SOJA COM SINTOMAS DE QUEBRAMENTO DE HASTE NA SAFRA 2023/2024

MELLO, F. E. DE<sup>1</sup>; MATHIONI, S. M.<sup>(1)</sup>; JESUS, S. P. DE<sup>(1)</sup>; ECKER, G. B.<sup>(1)</sup>; GUIMARÃES, M. DE R. F.<sup>(1)</sup>; MARQUES, D. B.<sup>(2)</sup>; ANTUNES R. F. D.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Syngenta Proteção de Cultivos, Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento, Holambra, SP;

<sup>(2)</sup>Syngenta Proteção de Cultivos. Pesquisa e Desenvolvimento, São Paulo, SP.

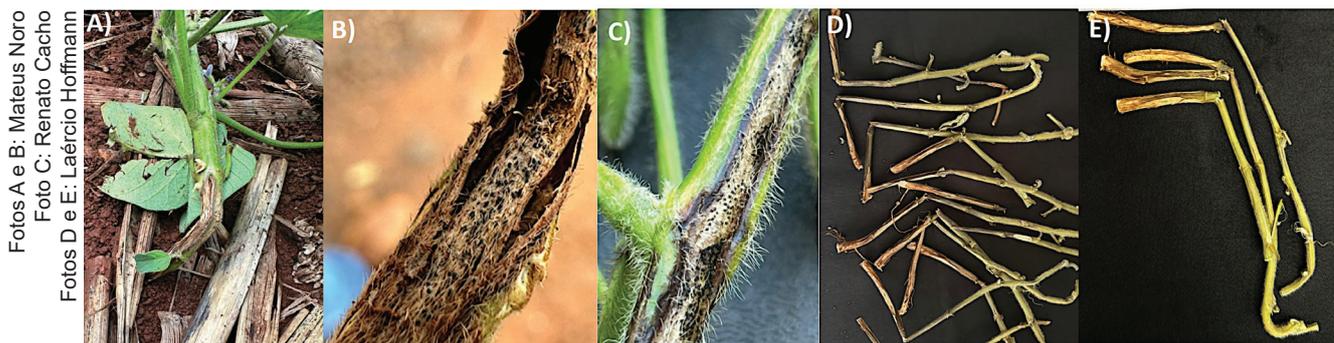
### Introdução

Plantas de soja com sintomas de quebraamento de hastes foram observadas no Estado do Mato Grosso, e recentemente esse problema vem se expandindo para outros Estados do Brasil. Pesquisas recentes observaram que o fungo *Diaporthe* (sin. *Phomopsis*) é o principal patógeno recuperado de plantas sintomáticas (Silva, 2021; Deuner et al., 2022, 2023; Antunes et al., 2023).

Em áreas com alta incidência, as estruturas reprodutivas do fungo podem ser visualizadas nos tecidos externos das hastes (Figura 1A, 1B e 1C). Dependendo da suscetibilidade das cultivares de soja e das condições climáticas ideais para o desenvolvimento do patógeno, em casos mais severos o sintoma característico é o quebraamento das hastes, que ocorre cerca de 5 cm a 10 cm acima do solo (Figura 1D).

No Brasil, as espécies de *D. aspalathi* (sin. *D. phaseolorum* var. *meridionalis*) e *D. caulivora* (sin. *D. phaseolorum* var. *caulivora*) são as duas espécies que causam sintomas semelhantes ao quebraamento da haste da soja (Costamilan et al., 2008). A limitação de produtividade, que ocorreu a partir de 2008, em área com alta manifestação da infecção de *Diaporthe* foi essencial para que hoje, as principais cultivares de soja semeadas no Brasil, fossem geneticamente resistentes a *D. aspalathi* e a *D. caulivora*.

Desta forma, torna-se necessário realizar a correta identificação das espécies de *Diaporthe* que podem estar ocasionando o sintoma de quebraamento de hastes na soja. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi identificar quais as espécies de *Diaporthe* spp. predominantes em plantas de soja que apresentam os sintomas de quebraamento de hastes. As plantas sintomáticas foram coletadas nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná durante a safra 2023/2024.



Fotos A e B: Mateus Noro  
Foto C: Renato Cachco  
Fotos D e E: Laércio Hoffmann

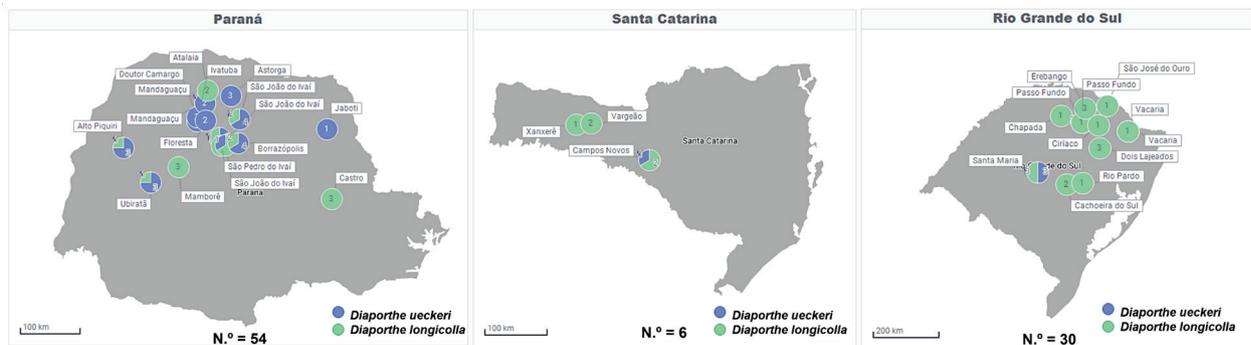
**Figura 1.** Plantas de soja utilizadas nesta pesquisa que apresentavam sintomas de quebraamento de haste. A) e B) A planta foi amostrada na cidade de Uiratã-PR em novembro de 2023; C) Hastes de soja com estruturas fúngicas de picnídios que foram identificadas como *D. longicolla* em amostra coletada na cidade de Vargeão-SC em janeiro de 2024. D) e E) plantas de soja sintomáticas coletadas em Passo Fundo e Erebangó, RS, respectivamente, coletadas em janeiro de 2024.

## Material e Métodos

Mais de 50 amostras foram analisadas, sendo recuperados 90 isolados de *Diaporthe* spp. nos três Estados amostrados. O isolamento do fungo ocorreu de forma direta, por meio da identificação das estruturas do fungo presentes nas hastes. Após o isolamento o fungo transferido para o meio de cultura de batata-dextrose e ágar (BDA (BDA (4 g L<sup>-1</sup> extrato de batata, 20 g L<sup>-1</sup> dextrose, 15 g L<sup>-1</sup> ágar, pH 5.6 ± 0.2)). Posteriormente, os isolados foram mantidos a temperatura de 24 ± 2°C e 12-horas de fotoperíodo. Após o isolamento e purificação dos isolados, os isolados foram analisados molecularmente para identificação das espécies. Para tanto, o DNA de cada isolado foi extraído usando o kit Wizard Genomic DNA Purification (Promega), e a concentração foi verificada usando o equipamento DeNovix. Uma alíquota de 35 ng L<sup>-1</sup> foi utilizada para amplificação via PCR das regiões ITS (White et al. 1990) "title": "Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics", "type": "chapter", "volume": "18", "uris": [{"http://www.mendeley.com/documents/?uuid=13e67c55-70fc-4216-aa0e-5d0db31695e8"}], "mendeley": {"formattedCitation": "(White et al. 1990, TUB2 (Carbone; Kohn, 1999) e EF1- $\alpha$  (Udayanga et al., 2015). Os amplicons foram visualizados em gel de agarose e posteriormente preparados para sequenciamento no equipamento Genetic Analyzer (AB 3500, Applied BioSystems). Os eletroferogramas foram analisados e as sequências consensus foram geradas e usadas nas análises de similaridade com sequências de espécies conhecidas e disponíveis publicamente.

## Resultados e Discussão

As espécies *D. ueckeri* e *D. longicolla* são as duas espécies que estão associadas aos sintomas de quebraamento de hastes em plantas de soja sintomáticas. No total, 38 (42,2%) isolados de *D. ueckeri* e 52 (57,8%) isolados de *D. longicolla* foram recuperados. No Estado do Paraná ambas as espécies estão distribuídas de forma homogênea, enquanto na safra 2023/2024 a *D. longicolla* foi predominante nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 2).



**Figura 2.** Distribuição geográfica e localização de cidades dos 90 isolados de *D. ueckeri* e *D. longicolla* que foram recuperados de plantas de soja que apresentavam sintomas de quebraamento de haste. Dos 90 isolados de *D. ueckeri* e *D. longicolla* recuperados, 54 isolados são do Estado do Paraná, 6 isolados de Santa Catarina e 30 isolados do Rio Grande do Sul. As cores no mapa representam os isolados identificados molecularmente como sendo *D. ueckeri* e a cor verde representa os isolados identificados como *D. longicolla*.

Ambas as espécies recuperadas apresentam ampla distribuição em todos os Estados amostrados, sendo observada uma elevada emergência nas últimas safras de soja (Figura 2). Dos 90 isolados analisados, nenhum deles foi identificado como sendo *D. caulivora* ou *D. aspalathi*.

A correta identificação dos patógenos associados aos sintomas de quebraamento de hastes tornou-se um novo desafio desde as safras 2019/2020, no Brasil. O diagnóstico correto é essencial para auxiliar no correto manejo dos patógenos e mitigar os danos que vêm sendo observados nas últimas safras. Principalmente, porque neste momento, não há cultivares comerciais resistente a *D. ueckeri* e *D. longicolla*. Portanto, até o desenvolvimento de cultivares com determinado nível de resistência, outras ferramentas de manejo, como rotação de culturas não hospedeiras e a aplicação de fungicidas são fundamentais para mitigar danos futuros.

## Conclusão

Nesta pesquisa, observamos que durante a safra 2023/2024 ambas as espécies *Diaporthe ueckeri* e *D. longicolla* são as predominantes e estão distribuídas de forma homogêneas nos três estados da Região Sul do Brasil. Além disso, nas regiões amostradas não foram recuperados isolados de *D. aspalathi* e *D. caulivora* de plantas sintomáticas, mostrando a emergência de novas espécies de *Diaporthe* estão ocasionando danos das hastes de soja.

## Referências

- ANTUNES, R. F. D.; MELLO; F. E. de; MATHIONI, S. M.; MATOS, V. O. R. L.; SILVA, M. A. da; MARQUES, D. B.; HOFFMANN, L. L.; DINIZ, J. M.; DEUNER, C. C. Avanços no entendimento. **Cultivar Grandes Culturas**, n. 290, p. 14-17, 2023.
- CARBONE, I.; KOHN, L. M. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. **Mycologia**, v. 91, p. 553-556, 1999.
- COSTAMILAN, L. M.; YORINORI, J. T.; ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S.; BINNECK, E.; ARAÚJO, M. R.; CARBONARI, J. A. First report of *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* infecting soybean plants in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 5, p. 381-385, 2008.
- DEUNER, C. C.; SILVA, M. A. da; MELLO; F. E. de; MATHIONI, S. M.; ANTUNES, R. F. D. "Anomalia" de vagens chega ao Rio Grande do Sul. **Cultivar Grandes Culturas**, n. 295, 2023.
- DEUNER, C. C.; SILVA, M. A. da; MELLO; F. E. de; MATHIONI, S. M.; MATOS, V. O. R. L.; CRUZ, G.; ANTUNES, R. F. D. Vagens anômalas. **Cultivar Grandes Culturas**, n. 281, p. 26-28, 2022.
- SILVA, A. D. A. **Taxonomy and pathogenicity of fungi associated with stem, pod and seed diseases of soybean**. 2021. 61 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- UDAYANGA, D.; CASTLEBURY, L. A.; ROSSMAN, A. Y.; CHUKEATIROTE, E.; HYDE, K. D. The *Diaporthe sojae* species complex: phylogenetic re-assessment of pathogens associated with soybean, cucurbits and other field crops. **Fungal Biology**, v. 119, p. 383-407, 2015.
- WHITE, T. J.; BRUNS, T.; LEE, S.; TAYLOR, J. W. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: INNIS, M.; GELFAND, D.; SNINSKY, J.; WHITE, T. (ed.). **PCR protocols: a guide to methods and applications**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 315-322.

## IDENTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS EM GRÃOS DE SOJA COM SINTOMAS DE PODRIDÃO

PORTO, C.<sup>(1)</sup>; ZANZARIN, D. M.<sup>(1)</sup>; ALMEIDA, R. T. R.<sup>(1)</sup>; AREAS, D. R.<sup>(1)</sup>; MACRUZ, P. D.<sup>(2)</sup>; MORAES, L. A. C.<sup>(3)</sup>; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.<sup>(3)</sup>; GODOY, C. V.<sup>(3)</sup>; MEYER, M. C.<sup>(3)</sup>; PILAU, E. J.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>MS Bioscience, Maringá, PR; <sup>(2)</sup>Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR;

<sup>(3)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR.

### Introdução

Nos últimos anos, a incidência da podridão de grãos na cultura da soja aumentou, especialmente desde a safra 2018/2019 na região médio-norte de Mato Grosso e em Rondônia. Essa podridão surge durante o enchimento de grãos, manifestando-se através de sintomas de encharcamento e escurecimento das vagens e apodrecimento dos grãos. Os sintomas nas vagens e grãos surgem de maneira aleatória, não afetando necessariamente todos os grãos. A podridão dos grãos é favorecida por condições climáticas quentes e úmidas, especialmente em casos de chuvas frequentes antes da colheita (Meyer et al., 2024). Os sintomas de apodrecimento dos grãos relatados no Brasil são semelhantes aos causados pelo complexo de *Diaporthe* spp., identificado nos Estados Unidos em 1920 (Lehman, 1923). Os gêneros predominantes de fungos isolados a partir dos grãos e das vagens (com ou sem sintomas) incluem *Diaporthe*, *Fusarium* e *Colletotrichum*. Em algumas safras, também foi registrada uma alta incidência de mancha-púrpura nos grãos, causada por *Cercospora* spp. (Meyer et al., 2024).

Os metabólitos especializados (ou secundários) são produtos resultantes de reações enzimáticas provenientes da atividade celular sob uma determinada condição fisiológica. Portanto, são os melhores representantes da atividade bioquímica de um organismo. A metabolômica é uma abordagem que envolve a utilização de diferentes ferramentas para obtenção de informações sobre a composição metabólica de um determinado organismo ou grupo de organismos (Patti et al., 2012).

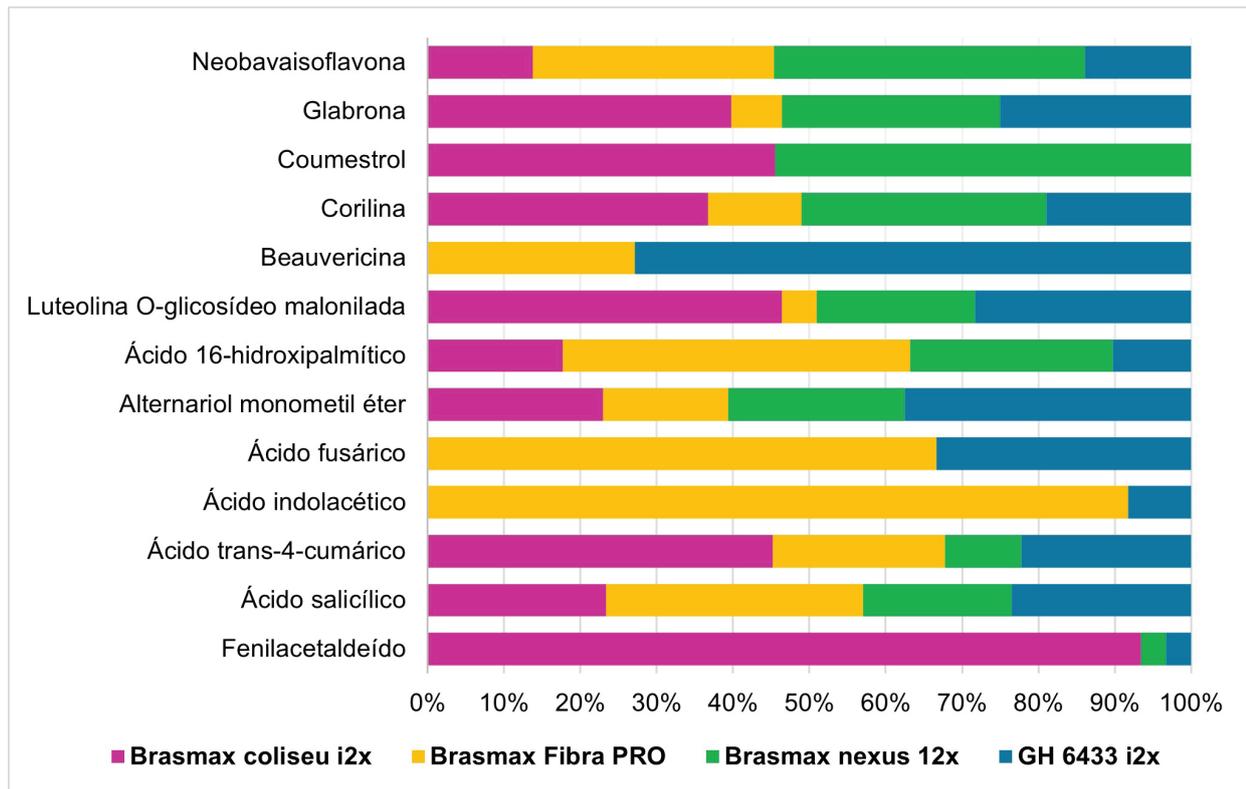
Nesse estudo, apresentamos a caracterização química de amostras com podridão de grãos através de abordagem metabolômica, utilizando cromatografia líquida de ultra alta eficiência acoplada a espectrometria de massas (UHPLC-MS/MS) e ferramentas de bioinformática. O objetivo deste estudo foi investigar metabólitos diferenciadores e que possam auxiliar na compreensão do mecanismo desta doença.

### Material e Métodos

Amostras de grãos com e sem sintomas da podridão foram coletadas de quatro cultivares de soja: Brasmax Coliseu i2x (BC), Brasmax Fibra IPRO (BF), Brasmax Nexus i2x (BN) e GH 6433 i2x (GH) em São Pedro do Ivaí/PR, em 31 de janeiro de 2024. Os grãos foram macerados com nitrogênio líquido até serem reduzidos a pó e cerca de 70 mg deste pó foi utilizado para a extração de metabólitos. A caracterização química dos extratos foi realizada usando UHPLC-MS/MS, com fonte de ionização por ESI e APCI. A separação cromatográfica foi realizada utilizando a coluna C18 e gradiente com sistema de solvente binário. Os dados foram adquiridos em triplicata de análise, no modo positivo e negativo de ionização e processados com o Software MetaboScape® (Bruker). A identificação dos biomarcadores diferenciadores foi realizada através de buscas em bibliotecas espectrais, análise dos espectros de fragmentação e inspeção manual dos resultados.

### Resultados e Discussão

A partir das análises, foram observadas 1.282 entidades químicas, sendo 23,7% exclusivas dos grãos apodrecidos, 30,2% dos grãos sadios e 46,1% detectados em ambos. Dentre os compostos detectados exclusivamente nos grãos apodrecidos, 13 compostos foram caracterizados a partir da comparação com espectros disponíveis em bancos de dados (Figura 1).



**Figura 1.** Intensidades dos compostos detectados exclusivamente em amostras de grãos com apodrecimento.

Os compostos beauvericina ( $C_{45}H_{57}N_3O_9$ ) e o ácido fusárico ( $C_{10}H_{13}NO_2$ ) foram detectadas nas cultivares BF e GH, são micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, já relatadas em grãos e óleo de soja (Jestoi, 2008; Chen et al., 2017). Além disso, o metabólito fenilacetaldéido ( $C_8H_8O$ ), um derivado de aminoácido, foi observado em grãos apodrecidos das cultivares BN e GH. Este metabólito tem sido associado em amostras de soja infectadas com *Phytophthora sojae*, fungo causador da doença chamada de “podridão radicular”, e pode estar associado com mecanismos de resposta de defesa da planta (Zhu et al., 2018).

O ácido salicílico ( $C_7H_6O_3$ ), presente nas quatro cultivares analisadas, é um importante sinalizador endógeno na defesa das plantas contra patógenos, ao mesmo tempo em que influencia em seu crescimento e desenvolvimento (Rivas-San Vicente; Plasencia, 2011). Por outro lado, o ácido indolacético (AIA;  $C_{10}H_9NO_2$ ), um importante fitohormônio detectado nas cultivares BF e GH, regula o desenvolvimento vegetal e pode ser produzido tanto por espécies vegetais como microrganismos. Estudos mostram que a infecção do trigo por *Fusarium graminearum* resulta em um aumento dos níveis de AIA nos tecidos no estágio inicial de infecção, indicando uma provável origem fúngica desse fitohormônio (Luo et al., 2016).

Os flavonoides são compostos comumente encontrados em amostras de soja, conhecidos por suas atividades antioxidantes e antimicrobianas. As isoflavonas preniladas neobavaisoflavona (derivada da daidzeína;  $C_{20}H_{18}O_4$ ), corilina ( $C_{20}H_{16}O_4$ ) e glabrona ( $C_{20}H_{16}O_5$ ) foram observadas nas amostras de grãos apodrecidos de todas as cultivares. Estes compostos exibem maior lipofilicidade em comparação com suas formas não preniladas, levando a alta afinidade com membranas celulares e aumento de atividades biológicas, como potentes efeitos antimicrobianos (Ateba et al., 2019). Adicionalmente, o coumestrol ( $C_{15}H_8O_5$ ), derivado da daidzeína, um derivado glicosilado da luteolina e o ácido cumárico ( $C_9H_8O_3$ ), um intermediário metabólico nas vias de biossíntese de flavonóides, foram detectados em grãos apodrecidos de todas as cultivares avaliadas. Estes dados sugerem que a presença de flavonoides, especialmente formas preniladas de isoflavonoides, podem estar associados a uma resposta defensiva da soja frente à infecção, corroborando com estudos anteriormente relatados.

A presença do ácido 16-hidroxipalmítico ( $C_{16}H_{32}O_3$ ) nos grãos apodrecidos das quatro cultivares sugere a ativação das vias metabólicas de biossíntese de cutina, suberina e cera como

resposta defensiva da soja frente à infecção. Esses compostos são formados por ácidos graxos ômega-hidróxi, incluindo o ácido 16-hidroxipalmítico, atuam como importantes interfaces planta-ambiente que protegem as plantas contra patógenos (Shi et al., 2021).

## Conclusão

A análise química dos grãos de soja por meio da metabolômica revelou uma grande diversidade de compostos detectados, incluindo 13 compostos identificados de forma exclusiva nos grãos apodrecidos, como beauvericina e ácido fusárico, micotoxinas associadas ao gênero *Fusarium* spp., destacando a relevância da microbiota envolvida na patologia. A presença desses compostos nas cultivares BF e GH indica uma possível susceptibilidade comum a micotoxinas produzidas por esse gênero.

A detecção de fenilacetaldéido sugere estratégias potenciais de resistência da planta. A presença de ácido salicílico e ácido indolacético amplia nossa compreensão das vias metabólicas ativadas durante a infecção, fornecendo novas evidências sobre a presença de *Fusarium* spp. Além disso, a identificação de vários flavonoides, isoflavonas preniladas e o ácido 16-hidroxipalmítico, nas quatro cultivares avaliadas, aponta para uma resposta defensiva da soja, ativando vias metabólicas para proteção contra patógenos.

Essas descobertas não apenas ampliam nosso entendimento dos metabólitos associados à podridão de grãos, mas também destacam a necessidade de compreender o mecanismo bioquímico da doença para o desenvolvimento de estratégias agrícolas mais eficazes e ambientalmente sustentáveis.

## Referências

- ATEBA, S. B.; MVONDO, M. A.; DJIOGUE, S.; ZINGUÉ, S.; KRENN, L.; NJAMEN, D. A pharmacological overview of alpinumisoflavone, a natural prenylated isoflavonoid. **Frontiers in Pharmacology**, v. 10, 00952, 2019. DOI: 10.3389/fphar.2019.00952.
- CHEN, Z.; LUO, Q.; WANG, M.; CHEN, B. A rapid method with UPLC for the determination of fusaric acid in *Fusarium* strains and commercial food and feed products. **Indian Journal of Microbiology**, v. 57, p. 68-74, 2017. DOI: 10.1007/s12088-016-0617-1.
- JESTOI, M. Emerging *Fusarium*-mycotoxins fusaproliferin, beauvericin, enniatins, and moniliformin - a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, p. 21-49, 2008. DOI: 10.1080/10408390601062021.
- LEHMAN, S. G. Pod and stem blight of soybean. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 10, n. 2, p. 111-179, 1923.
- LUO, K.; ROCHELEAU, H.; QI, P.; ZHENG, Y.; ZHAO, H. Y.; OUELLET, T. Indole-3-acetic acid in *Fusarium graminearum*: Identification of biosynthetic pathways and characterization of physiological effects. **Fungal Biology**, v. 120, n. 9, p. 1135-1145, 2016.
- MEYER, M. C.; GODOY, C. V.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; RAMOS JUNIOR, E. U.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; WRUCK, D. M. S.; FARIAS NETO, A. L. de. **Quebramento de haste e podridão de grãos da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2024. (Embrapa. Nota técnica, s/n). Disponível em: [https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Nota+Tecnica+jan2024\\_quebramento+e+podridao.pdf/df22bcb3-a1b9-794a-39df-bcdf0e3a0e0](https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Nota+Tecnica+jan2024_quebramento+e+podridao.pdf/df22bcb3-a1b9-794a-39df-bcdf0e3a0e0). Acesso em: 26 abr. 2024.
- PATTI, G. J.; YANES, O.; SIUZDAK, G. Metabolomics: the apogee of the omic trilogy. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, v. 13, n. 4, p. 263-269, 2012. DOI: 10.1038/nrm3314.
- RIVAS-SAN VICENTE, M.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 10, p. 3321-3338, 2011. DOI: 10.1093/jxb/err031.
- SHI, X.; CHEN, Q.; LIU, S.; WANG, J.; PENG, D.; KONG, L. Combining targeted metabolite analyses and transcriptomics to reveal the specific chemical composition and associated genes in the incompatible soybean variety PI437654 infected with soybean cyst nematode HG1.2.3.5.7. **BMC Plant Biology**, v. 21, article 217, 2021. DOI: 10.1186/s12870-021-02998-4.
- ZHU, L.; ZHOU, Y.; LI, X.; ZHAO, J.; GUO, N.; XING, H. Metabolomics analysis of soybean hypocotyls in response to *Phytophthora sojae* infection. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, 1530, 2018. DOI: 10.3389/fpls.2018.01530.

## VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata*) COMO HOSPEDEIRA ALTERNATIVA E FONTE DE INÓCULO DE MANCHA-ALVO (*Corynespora* sp.)

BELUFI, L. M. DE R.<sup>(1)</sup>; ULSENHEIMER, I.<sup>(1)</sup>; PEREIRA, K. G. S.<sup>(1)</sup>; SANTOS, E. P. DOS<sup>(1)</sup>; PITELLKOW, F. K.<sup>(1)</sup>; SANTOS, M. S.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Rio Verde, Lucas do Rio Verde, MT; <sup>(2)</sup>UniLaSalle.

### Introdução

O cultivo de soja tem uma grande importância no Brasil, sendo o país o maior produtor mundial deste grão. Dentre as diversas doenças que afetam esse cultivo, destaca-se a mancha-alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Seixas et al., 2020). Este patógeno já foi identificado em diversos hospedeiros no Brasil, incluindo soja, algodão, crotalária, café, tomate, pepino, berinjela e mamão. Na região médio-norte de Mato Grosso, a mancha-alvo é uma das principais doenças que afetam os cultivos de soja e algodão. Os danos causados por essa doença são agravados pela prática de cultivo sequencial dessas duas culturas (soja-algodão), que favorece a permanência do inóculo na área.

O desenvolvimento do fungo é favorecido por condições de alta umidade relativa do ar, elevadas temperaturas e alta densidade de plantio. Os sintomas da doença se manifestam inicialmente através de pontuações de coloração marrom escura, acompanhadas por um halo amarelado. À medida que a doença progride, formam-se lesões compostas por círculos concêntricos de maiores dimensões, com um ponto de infecção central de coloração mais escura. Estas lesões são circundadas por um halo amarelado, conferindo à lesão a aparência de um alvo, de onde deriva o nome popular da doença.

Além da mancha-alvo, as plantas daninhas também representam um desafio significativo para o desenvolvimento da cultura da soja. *Spermacoce verticillata*, popularmente conhecida como vassourinha-de-botão, é originária da América Tropical e por muito tempo foi conhecida apenas por suas propriedades benéficas, sendo usada na medicina tradicional devido suas ações antibióticas e anti-inflamatórias. Entretanto, nos últimos anos sua ocorrência tomou uma proporção diferente, sendo uma das plantas daninhas de maior expressão em alguns locais agrícolas, como no estado de Mato Grosso.

A vassourinha-de-botão tornou-se uma preocupação para os produtores desta região devido à sua complexidade. Ela tem a capacidade de se desenvolver em vários tipos de solo e de suprimir o crescimento de outras plantas que compartilham o mesmo espaço, além de possuir alta capacidade de brotamento.

Soma-se a isso, ainda é conferido um difícil controle químico desta planta daninha devido sua capacidade de modificar as estruturas anatômicas de suas folhas, alterando a retenção, absorção, translocação e efeito final do produto químico.

O objetivo deste estudo foi identificar as espécies de fungos associadas a sintomas de manchas foliares em plantas de vassourinha-de-botão, presente nas áreas de cultivo de soja e algodão no estado de Mato Grosso.

### Material e Métodos

Foram coletadas plantas de *Spermacoce verticillata* na estação de pesquisa da Fundação Rio Verde, Lucas do Rio Verde, MT. Lucas do Rio Verde está localizada na região Norte do Mato Grosso, a 350 km da capital Cuiabá, tendo como coordenadas geográficas 13° 03' 01" S e 55° 54' 40" O, a 390 m de altitude.

Folhas com sintomas de mancha foram fragmentadas em pequenos pedaços e desinfestadas superficialmente com álcool 70% e solução de hipoclorito 1,0% por 1 minuto em cada. Depois desse processo, os fragmentos vegetais foram inseridos em placas de Petri com o papel filtro esterilizado e umedecido com água destilada esterilizada. As placas com isolamento foram mantidas em câmara de crescimento a 25 °C, em fotoperíodo de 12 horas por 07 dias, para a observação do crescimento e identificação morfológica dos fungos presentes. Os isolados obtidos foram cultivados em batata-dextrose-agar (BDA) e então incubados a 25 °C.

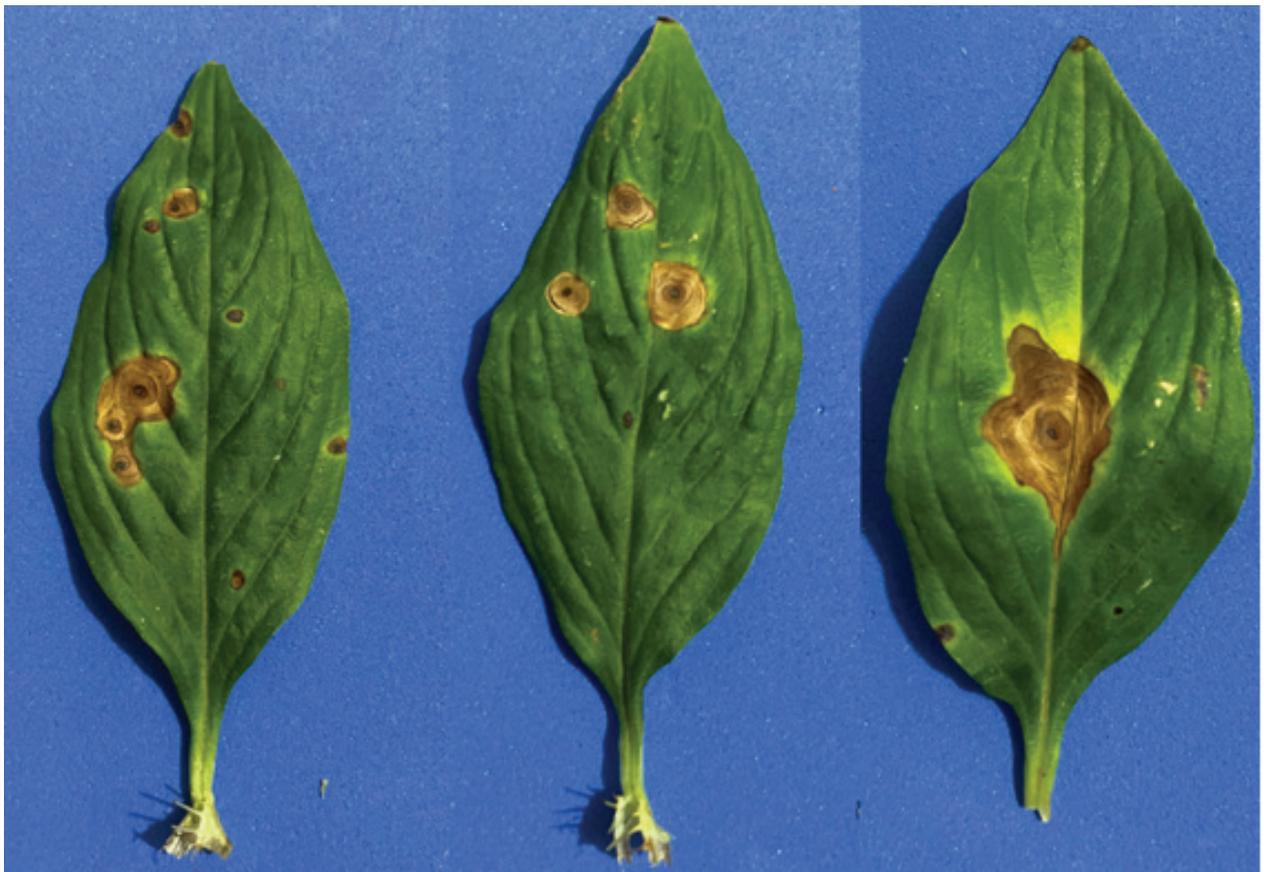
A identificação morfológica foi realizada com auxílio de estereomicroscópio e microscópio óptico.

## Resultados e Discussão

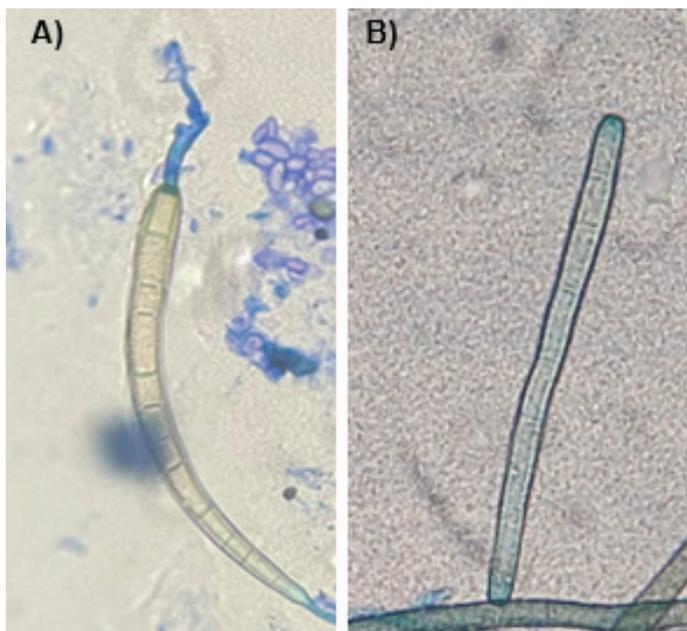
Foram identificadas folhas da vassourinha-de-botão, com sintomas de manchas necróticas, halos concêntricos, bordos escurecidos com halos amarelados e ponto de infecção castanho escuro no centro da lesão (Figura 1).

A colônia é de coloração cinza escura e os conídios são hialinos, com formatos retos ou ligeiramente curvos, subcilíndricos e com septos transversais (Figuras 2A e 2B).

A morfologia e os sintomas encontrados em vassourinha-de-botão, quando comparados com a literatura, coincidem com os de mancha-alvo em culturas como soja e algodão, que podem conviver no mesmo sistema (Figura 3).



**Figura 1.** Sintomas de mancha-alvo em folhas de vassourinha-de-botão.



**Figura 2.** Conídios de *Corynespora* sp. obtidos dos isolamentos de plantas de vassourinha-de-botão (A, B).



**Figura 3.** Planta de algodão (*Gossypium hirsutum*) e vassourinha-de-botão no mesmo sistema.

## Conclusão

Plantas de vassourinha-de-botão são fontes de inóculo de fungos fitopatogênicos, que podem causar danos a cultura da soja e algodão, sendo hospedeira alternativa e fonte de inóculo do gênero *Corynespora*.

## Referência

SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; GODOY, C. V.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M.; DIAS, W. P.; ALMEIDA, A. M. R. Manejo de doenças. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17). p. 227-264.

## AVALIAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE FUNGICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DA SOJA EM LONDRINA E CAMPO MOURÃO, PARANÁ

MEYER, M. C.<sup>(1)</sup>; GODOY, C. V.<sup>(1)</sup>; BONANI, J. C.<sup>(2)</sup>; PAES, B. L.<sup>(2)</sup>; GARBIATE, M. V.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>COAMO.

### Introdução

As doenças foliares da soja têm potencial para redução do rendimento na cultura e compreendem o grupo de maior emprego de controle químico nos programas de manejo. Dentre elas, as mais importantes são a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), o complexo de doenças de final de ciclo (DFC) - crestamento foliar de *Cercospora* (*Cercospora* spp.) e mancha-parda (*Septoria glycines*), a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) e o oídio (*Erysiphe diffusa*) (Seixas et al., 2022).

Com o recente impulso no desenvolvimento e no mercado de bioinsumos no Brasil, a aplicação de produtos biológicos passou a ser uma ferramenta no manejo de doenças da soja, iniciado há pouco mais de uma década com o manejo do mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e, mais recentemente, se estendendo para outras doenças, inclusive as foliares (Seixas et al., 2022).

As principais formulações de fungicidas biológicos registradas para doenças da cultura da soja são compostas por bactérias do gênero *Bacillus* e por fungos do gênero *Trichoderma*, em formulações individualizadas, com uma única espécie, ou compostas da associação de mais de uma dessas espécies. Para as doenças foliares, apenas formulações compostas por espécies do gênero *Bacillus* encontram-se registradas no Brasil (Brasil, 2003; Seixas et al., 2022).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a associação de fungicidas biológicos e químicos no controle de doenças foliares da soja, na safra 2023/2024, em colaboração à rede de ensaios cooperativos estabelecida para este fim, nos municípios paranaenses de Londrina e Campo Mourão.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em dois locais, sendo um na área experimental da Embrapa Soja, em Londrina-PR, e, o outro, na fazenda experimental da COAMO, em Campo Mourão-PR.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada parcela constituída por seis linhas de 6 m, com espaçamento entre linhas de 0,45 m.

Foi utilizada a cultivar Brasmax Compacta IPRO, semeada em 10/10/2023, em sistema de semeadura direta sobre palha de trigo no experimento conduzido em Londrina, e a cultivar BS 2606 IPRO, semeada em 19/10/2023, em sistema de semeadura direta sobre palha de milho, no experimento conduzido em Campo Mourão.

O protocolo de pulverizações do ensaio foi estabelecido combinando-se aplicações de fungicidas biológicos e químicos, isolados ou em mistura de tanque. As aplicações dos fungicidas biológicos se iniciaram em estágio V4 da soja, em mistura com glifosato, com a segunda aplicação aos 45 dias após a emergência (DAE) (Tabela 1). Foi estabelecido um programa de aplicação de fungicidas químicos, com as aplicações iniciadas aos 45 DAE, composta por quatro aplicações a intervalos de 18 dias (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tratamentos combinando fungicidas biológicos e químicos para controle de doenças foliares da soja, safra 2023/2024.

	Tratamento	Ingrediente ativo	Épocas de aplicação					Dose	
			1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	3	4	5	g i.a./ha	L ou kg
1	Testemunha	..	-	-	-	-	-	.....	.....
2	Testemunha + químico	Programa	-	45 DAE	18 DAA2	36DAA2	54DAA2		
3	Testemunha + químico + V4 <sup>3</sup>	(Programa + fungicida em V4) <sup>3</sup>	V4	45 DAE	18 DAA2	36DAA2	54DAA2		
4	Provilar + Ziel	<i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	V4	45 DAE	-	-	-	27 g + 9 g	0,3 L + 0,2 L
	Fungicida químico <sup>4</sup>	Programa	-	45 DAE	18 DAA2	36DAA2	54DAA2		
5	Romeo SC + Iharol Gold	Cerevisane	V4	45 DAE	-	-	-	75 g	0,75 L + 0,25%
	Fungicida químico <sup>5</sup>	Programa	-	45 DAE	18 DAA2	36DAA2	54DAA2		
6	KV465	<i>Bacillus velezensis</i>	V4	45 DAE	-	-	-	0,23 g	0,08 L
	Fungicida químico	Programa	-	45 DAE	18 DAA2	36DAA2	54DAA2		
7	NITRO_FB_028-23	<i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	V4	45 DAE	-	-	-	270 g	0,3 L
	Fungicida químico	Programa	-	45 DAE	18 DAA2	36DAA2	54DAA2		
8	Twixx-A	<i>B. amyloliquefaciens</i> (2 cepas)	V4	45 DAE	-	-	-	729,8 g	0,75 L
	Fungicida químico	Programa	-	45 DAE	18 DAA2	36DAA2	54DAA2		

<sup>1</sup> Primeira aplicação: biológicos em mistura com glifosato (Roundup Transorb R; 2,0 L/ha).

OBS.: o glifosato foi aplicado em V4 em todos os tratamentos, inclusive testemunha (T1).

<sup>2</sup> Segunda aplicação: biológicos em mistura com fungicida químico do Programa.

<sup>3</sup> Aplicação de Prisma Plus (0,3 L/ha) em V4 (difenoconazol 25%).

<sup>4</sup> Utilizado apenas o adjuvante Ziel (0,2 L/ha) na 2ª aplicação de fungicida químico.

<sup>5</sup> Utilizado apenas o adjuvante Iharol Gold (0,25% v/v) na 2ª aplicação de fungicida químico.

Programa Fungicidas Químicos: 2ª Aplicação: 45 DAE: Vessarya (0,6 L/ha) + biológico.

3ª Aplicação: 18 DAA2: Tridium 2,0l/ha + Strides 0,25% v/v.

4ª Aplicação: 36 DAA2: Cypress 0,3 l/ha + Bravonil 1,5 l/ha.

5ª Aplicação: 54 DAA2: Cypress 0,3 l/ha + Bravonil 1,5 l/ha.

O programa de aplicações de fungicidas químicos foi composto por picoxistrobina (60 g/ha) + benzovindiflupir (30 g/ha) (Vessarya® 0,6 L p.c./ha) na segunda aplicação, azoxistrobina (94 g/ha) + tebuconazol (112 g/ha) + mancozebe (1194 g/ha) (Tridium® 2,0 L p.c./ha) e adjuvante Strides® (0,25 % v/v) na terceira aplicação e difenoconazol (75 g/ha) + ciproconazol (45 g/ha) (Cypress® 0,3 L p.c./ha) e clorotalonil (1080 g/ha) (Bravonil® 1,5 L p.c./ha) na quarta e quinta aplicações (Tabela 1).

Foram mantidos um tratamento como testemunha absoluta (T1), sem controle fungicida, um tratamento apenas com as aplicações de fungicidas químicos dos programas (T2), que serviu de padrão de comparação nas avaliações de controle entre os tratamentos e também, um tratamento com as aplicações de fungicidas químicos dos programas acrescido de uma aplicação de difenoconazol (75 g/ha) (Prisma Plus® 0,3 L p.c./ha) em estágio V4 (T3) (Tabela 1).

As aplicações dos tratamentos experimentais foram realizadas com pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, barra com quatro pontas de pulverização 110 02 AD e volume de calda equivalente a 200 L/ha. Os parâmetros avaliados foram a severidade de doenças foliares incidentes nos estádios R5.5-R6, e a produtividade da soja.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

## Resultados e Discussão

O experimento conduzido em Londrina foi comprometido pelas altas temperaturas e relativa escassez de chuvas, limitando o progresso de doenças foliares e a produtividade da soja. A única doença com incidência suficiente para avaliação da severidade foi DFC, com prevalência de crestamento foliar de *Cercospora*, cuja média de severidade foi de 10,5% no tratamento testemunha (T1). Os melhores índices de controle de DFC variaram de 52% a 69%, observados nos tratamentos T2 (CQ; 69%), T3 (V4 + CQ, 67%), T4 (*B. velezensis* e *B. subtilis* e CQ; 55%), T6 (*B. velezensis* e CQ; 57%) e T7 (*B. velezensis* + *B. subtilis* + CQ; 52%). Contudo, não foram observadas diferenças entre as médias de produtividade da soja dos tratamentos em relação à testemunha sem controle T1 (Tabela 2).

**Tabela 2.** Severidade de doenças de final de ciclo (DFC) e os respectivos percentuais de controle em relação ao tratamento T2 (C), produtividade (Prod.) e percentual de redução de produtividade (RP) em relação ao tratamento com a maior produtividade, para os diferentes tratamentos, no experimento conduzido em Londrina, PR. Safra 2023/2024.

Tratamentos <sup>1</sup>	DFC (%)	C (%)	Prod. (kg/ha)	RP (%)
1. Testemunha	10,5 a	0	3037,6 ns	3,1
2. CQ	3,3 d	69	2906,6	7,2
3. V4 + CQ	3,5 cd	67	2996,1	4,4
4. <i>B. velezensis</i> & <i>B. subtilis</i> + CQ	4,8 bcd	55	3045,0	2,8
5. Cerevisane + CQ	5,5 b	48	2904,8	7,3
6. <i>B. velezensis</i> + CQ	4,5 bcd	57	3025,9	3,4
7. <i>B. velezensis</i> & <i>B. subtilis</i> + CQ	5,0 bcd	52	2974,5	5,1
8. <i>B. amyloliquefaciens</i> + CQ	5,3 bc	50	3133,3	0,0
CV (%)	15,3		4,5	

<sup>1</sup> CQ: tratamentos que receberam o programa de fungicidas descritos na Tabela 1; V4: o tratamento T3 recebeu aplicação de difenoconazol (75 g/ha) juntamente com glifosato em estágio V4. Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 5\%$ ); ns= diferenças não significativas.

No experimento conduzido em Campo Mourão, foi possível avaliar a severidade de DFC (prevalência de *Cercospora* spp.), ferrugem-asiática e mancha-alvo. Foi observada severidade média de 26,5% para DFC, no tratamento testemunha (T1), com os melhores controles variando de 42% a 54% nos tratamentos T4 (*B. velezensis* e *B. subtilis* e CQ; 54%), T7 (*B. velezensis* + *B. subtilis* e CQ; 52%), T3 (V4 e CQ; 46%), T6 (*B. velezensis* e CQ; 42%) e T8 (*B. amyloliquefaciens* e CQ; 46%). A severidade média de ferrugem-asiática no tratamento T1 foi de 73% e os melhores percentuais de controle variaram de 85% a 91%, nos tratamentos T8 (*B. amyloliquefaciens* e CQ; 91%), T7 (*B. velezensis* + *B. subtilis* e CQ; 89%), T6 (*B. velezensis* e CQ; 88%) e T5 (Cerevisane e CQ; 85%) Para mancha-alvo, a média de severidade em T1 foi de 25%, observando-se que todos os tratamentos de controle reduziram a severidade da doença em relação ao tratamento T1, mas não diferiram entre si (Tabela 3).

Apesar das diferenças de severidade observadas no final do ciclo da cultura, o experimento de Campo Mourão também não apresentou diferenças de produtividade da soja entre os tratamentos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Severidade de doenças de final de ciclo (DFC), ferrugem-asiática (Ferrugem), mancha-alvo (M. Alvo) e os respectivos percentuais de controle dessas doenças em relação ao tratamento T2 (C), produtividade (Prod.) e percentual de redução de produtividade (RP) em relação ao tratamento com a maior produtividade, para os diferentes tratamentos, no experimento conduzido em Campo Mourão, PR. Safra 2023/2024.

Tratamentos <sup>1</sup>	DFC (%)	C (%)	Ferrugem (%)	C (%)	M. Alvo (%)	C (%)	Prod. (kg/ha)	RP (%)
1. Testemunha	26,5 a	0	73,0 a	0	25,0 a	0	4439,5 ns	12
2. CQ	17,8 b	33	15,0 b	79	7,8 b	69	5040,7	0
3. V4 + CQ	14,3 bc	46	14,3 bc	80	8,8 b	65	4806,0	5
4. <i>B. velezensis</i> & <i>B. subtilis</i> + CQ	12,3 c	54	14,3 bc	80	6,3 b	75	4916,3	2
5. Cerevisane + CQ	17,5 b	34	10,8 bcd	85	9,0 b	64	4725,9	6
6. <i>B. velezensis</i> + CQ	15,3 bc	42	8,5 bcd	88	6,5 b	74	4893,8	3
7. <i>B. velezensis</i> & <i>B. subtilis</i> + CQ	12,8 c	52	8,0 cd	89	6,8 b	73	5017,3	0
8. <i>B. amyloliquefaciens</i> + CQ	14,3 bc	46	6,5 d	91	6,0 b	76	4588,8	9
CV (%)	10,9		15,1		19,6		8,4	

<sup>1</sup> CQ: tratamentos que receberam o programa de fungicidas descritos na Tabela 2; V4: o tratamento T3 recebeu aplicação de difenoconazol (75 g/ha) juntamente com glifosato em estágio V4. Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 5\%$ ); ns= diferenças não significativas.

## Conclusão

Foi possível observar algum efeito de redução de severidade da adição de fungicidas biológicos ao programa de controle químico de doenças foliares da soja, mas não houve ganho de produtividade.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**: consulta aberta. c2003. Disponível em: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 10 maio 2024.

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.

SEIXAS, C. D. S.; MAZARO, S. M.; DINIZ, L. E. C.; GODOY, C. V.; MEYER, M. C. Bioinsumos para o manejo de doenças foliares na cultura da soja. In: MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (ed.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 331-343.

## AVALIAÇÃO IN VITRO DO POTENCIAL ANTAGONISTA DE *Bacillus* spp. CONTRA OS FITOPATÓGENOS *Colletotrichum truncatum* E *Cercospora kikuchii*

NICOLETTO, M. L. A.<sup>(1,2)</sup>; VIERA, D. S.<sup>(1,2)</sup>; NORILER, S. A.<sup>(1,2)</sup>; OLIVEIRA, J. P.<sup>(1,3)</sup>; OLIVEIRA, A. G.<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup>BIO3 P&D em bioinsumos, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>Universidade Estadual de Londrina; <sup>(3)</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

### Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura de enorme importância para o agronegócio brasileiro, representando uma significativa fonte de receita e contribuindo significativamente para a economia nacional. Entretanto, a produção de soja é constantemente afetada por fitopatógenos que ameaçam sua produção sustentável. O controle biológico empregando agentes de controle biológico (BCAs) é uma solução de crescente interesse para ser aplicado contra fitopatógenos. Um grande candidato a BCA são as espécies do gênero *Bacillus*, estas são bactérias Gram-positivas que podem produzir uma diversa gama de compostos com forte atividade inibitória contra patógenos de plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antagonista de diferentes espécies de *Bacillus* contra os fungos fitopatogênicos *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii*.

### Material e Métodos

As linhagens bacterianas foram obtidas através da bioprospecção do solo da Estância Lageado em Guarapuava, através da técnica de diluição seriada. Em estudos prévios foi realizado um *screening* das linhagens isoladas por meio de testes de antagonismo contra *Sclerotinia sclerotiorum* e foram selecionados os isolados B3-B208, B3-B216, B3-B247, B3-B293, B3-B294, B3-B295, os quais foram que apresentaram maior atividade antagonista. A identificação foi confirmada através de sequenciamento Sanger da sequência parcial do gene 16S e, após, foi feita a análise das sequências obtidas utilizando a ferramenta BLAST no NCBI contra o banco de dados filtrando por sequências tipo. As linhagens foram depositadas no banco de coleções da rede paranaense (CMRP).

Com os seis isolados selecionados foram realizados testes de cultura dupla para averiguar o percentual de inibição das linhagens contra os fungos fitopatogênicos *C. truncatum* e *C. kikuchii*. Para isto, foi traçado uma linha a 1 cm da borda de placas de Petri de 90 mm contendo o meio Batata Dextrose Ágar (BDA) com uma suspensão de células (SC) dos isolados ajustados na escala de Mc Farland ( $1,5 \times 10^8$  UFC/mL), e no lado oposto da placa foi adicionado um spot dos fungos. Como controle foram utilizadas placas contendo somente os fungos sem o inóculo bacteriano. As placas foram incubadas em BOD, a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas. A capacidade antagonista de cada isolado foi avaliada pela porcentagem de inibição do crescimento micelial (ICM), calculada de acordo com Yahyazadeh et al. (2008).

Também foram realizados ensaios de expansão por *swarming*, onde 10 µl da SC foram dispostos no centro de uma placa de Petri contendo o meio Triptona de Soja Ágar (TSA) semisolidificado (0,7%). As placas foram incubadas a 28 °C por 12 h e então avaliado o raio de *swarming* de cada tratamento.

Foi avaliado quantitativamente a capacidade dos isolados produzirem biofilme em 24, 48 e 72 h. A formação do biofilme foi realizada em placas de poliestireno de 24 poços, cada poço recebeu 2 mL de meio Triptona de Soja Caldo (TSB), que foi inoculado com uma alíquota de 10 µL a partir de uma SC, as placas foram incubadas a 28 °C por 24, 48 e 72 h. A produção de biofilme foi quantificada por leitura da densidade óptica (DO<sub>600</sub>) em espectrofotômetro (Labtron, MOD. LUS-A21, Reino Unido).

Com a linhagem que apresentou melhor performance nos testes de cultura dupla, *swarming* e biofilme foi realizada uma fermentação líquida submersa em biorreator Applikon (Ez-Control-Holanda). Durante todo o processo fermentativo foi monitorado a variação de pH, oxigênio dissolvido e controlado o nível de espuma. Para a obtenção do fermentado livre de células (SLC), o fermentado foi centrifugado por 15 min a 8860 g (Hitachi, CR21G Himac), 4 °C. Em sequência, o fermentado foi aquecido a 80°C por 15 min para determinada a concentração de UFCs/mL em forma de endósporos e a atividade antifúngica do SLC por teste de difusão em ágar contra os fungos fitopatogênicos *C. truncatum* e *C. kikuchii*.

Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste de comparações múltiplas de Scott-Knott, em ambos utilizando  $p < 0,05$  Todas as análises foram realizadas utilizando o software R (v4.1.2).

## Resultados e Discussão

A partir do sequenciamento da sequência parcial do gene 16S identificou-se que todos isolados são *Bacillus velezensis*, exceto o isolado B3-B208 que houve problemas no sequenciamento e este está sendo refeito, sendo denominado, portanto, como *Bacillus* sp.

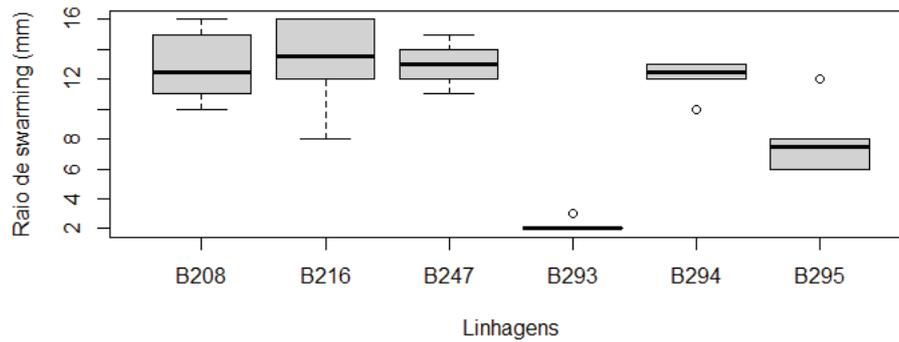
No teste de cultura dupla todos os isolados apresentaram atividade antagônica contra todos os fitopatogênicos utilizados sem diferença estatística entre eles, exceto o isolado B3-B216 que demonstrou uma porcentagem menor de inibição contra *C. truncatum* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Porcentagem de inibição do crescimento micelial (ICM) de cada isolado contra os fitopatogênicos *C. truncatum* e *C. kikuchii*.

Linhagens	ICM (Média ± Desvio-padrão)	
	<i>C. truncatum</i>	<i>C. kikuchii</i>
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B294	65.93 ± 2.82 a	45.09 ± 14.89 a
<i>Bacillus</i> sp. B3-B208	59.11 ± 1.81 a	43.91 ± 17.55 a
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B293	59.10 ± 3.90 a	42.86 ± 9.85 a
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B247	58.60 ± 8.59 a	41.65 ± 14.38 a
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B295	56.86 ± 1.05 a	32.29 ± 2.87 a
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B216	47.23 ± 0.72 b	31.24 ± 2.63 a

Quanto a capacidade de expansão por *swarming* (Figura 1), os isolados *B. velezensis* B3-B216, *B. velezensis* B3-B247, *Bacillus* sp. B3-B208 e *B. velezensis* B3-B294 foram os que apresentaram maior raio médio de *swarming*, sem diferença estatística entre eles, demonstrando o potencial de expansão que a maioria dos isolados possui. Somente os isolados *B. velezensis* B3-B293 e *B. velezensis* B3-B295 apresentaram halos significativamente menores quando comparados aos outros, tendo *B. velezensis* B3-B293 a menor capacidade de expansão por *swarming* dentre todas.

Nos ensaios de biofilme, foi possível observar que todas as linhagens possuem alta capacidade de formação de biofilme, sem diferença estatística dentre a maioria delas (Tabela 2). Somente a linhagem *B. velezensis* B3-B216 apresentou biofilme significativamente menor em 24h, possuindo uma tendência menor também nos outros tempos. As linhagens *B. velezensis* B3-B294, *Bacillus* sp. B3-B208 e *B. velezensis* B3-B293 apresentaram uma tendência de maior formação de biofilme em relação as outras em todos os tempos, apesar de não haver diferença estatística entre elas.



**Figura 1.** Gráfico Box-plot do raio médio de *swarming* das linhagens.

**Tabela 2.** Formação de biofilme quantificado por  $DO_{600}$  em diferentes tempos de incubação.

Linhagens	Tempo (h)		
	24 h	48 h	72 h
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B294	65.93 ± 2.82 a	45.09 ± 14.89 a	58.02 ± 3.46 a
<i>Bacillus</i> sp. B3-B208	59.11 ± 1.81 a	43.91 ± 17.55 a	57.15 ± 13.68 a
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B293	59.10 ± 3.90 a	42.86 ± 9.85 a	53.51 ± 10.69 a
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B247	58.60 ± 8.59 a	41.65 ± 14.38 a	52.72 ± 5.75 a
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B295	56.86 ± 1.05 a	32.29 ± 2.87 a	49.17 ± 2.04 a
<i>Bacillus velezensis</i> B3-B216	47.23 ± 0.72 b	31.24 ± 2.63 a	47.95 ± 1.45 a

A capacidade de expansão por *swarming* e a formação de biofilme são importantes aspectos para a colonização das bactérias com potencial para se tornarem bioinsumos, pois permite que as bactérias exerçam seus efeitos benéficos sobre a planta em um perímetro maior e por um maior período.

Para a fermentação líquida submersa foi escolhida a linhagem *Bacillus* sp. B3-B208 por esta performar bem em todos os ensaios anteriores, não estando dentre as que tiveram menor desempenho em todos os testes. A contagem de UFCs foi realizada somente com endósporos, pois foi visualizado em microscópio de contraste de fases que 100% das células do fermentado estavam na forma de endósporos. A concentração de endósporos do cultivo foi de  $1,73 \times 10^8$  UFCs/mL. O ICM obtido no teste de difusão em ágar com o SLC foi de 35% para *C. truncatum* e 45% para *C. kikuchii*, confirmando o alta capacidade de inibição destes fungos pelos metabólitos produzidos por *Bacillus* sp. B3-B208.

## Conclusão

Por meio destes resultados foi possível averiguar que as cepas *Bacillus* sp. B3-B208, *B. velezensis* B3-B216, *B. velezensis* B3-B247, *B. velezensis* B3-B293, *B. velezensis* B3-B294 e *B. velezensis* B3-B295 são BCAs com grande potencial de se tornarem produtos biotecnológicos para o controle de fungos fitopatogênicos. Dentre estas cepas, a linhagem *Bacillus* sp. B3-B208 se destaca por performar bem em todos os testes realizados, possuindo atributos de interesse para o desenvolvimento de bio defensivos. Tal cepa produz metabólitos secundários com alta atividade antifúngica, estudos estão em andamento para a formulação de um produto bioquímico a partir destes metabólitos para o controle de fitopatógenos nas culturas agrícolas.

## Referências

YAHYAZADEH, M.; OMIDBAIGI, R.; ZARE, R.; TAHERI, H. Effect of some essential oils on mycelial growth of *Penicillium digitatum* Sacc. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 24, n. 8, p. 1445-1450, 2008.

## CONTROLE QUÍMICO DO QUEBRAMENTO DE HASTES DE SOJA: ENSAIO DE CAMPO NA SAFRA 2023/2024

BATISTA, T.<sup>(1)</sup>; MATOS, V. O. R. L.<sup>(1)</sup>; STACKE, R. F.<sup>(1)</sup>; MELLO, F. E. DE<sup>(1)</sup>; OLIVEIRA, L. M.<sup>(1)</sup>;  
HIRATA, E.<sup>(1)</sup>; BRAGA, D. B.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Syngenta Crop Protection, São Paulo, SP

### Introdução

A soja é a principal cultura para o agronegócio brasileiro. Sua expansão em território e crescimento em produtividade remontam o histórico de desenvolvimento tecnológico que impulsionam o cultivo através dos desafios enfrentados a cada safra. Entre as muitas adversidades encontradas pelo produtor de soja destacam-se a pressão fitossanitária exercida sobre os novos materiais e condições ambientais cada vez mais extremas. Esses são fatores comuns ao surgimento de doenças emergentes, que em distribuição esporádica ou sintomatologias atípicas normalmente ocasionam subnotificação e a percepção mais tardia da evolução da doença.

Diferentes linhas investigativas podem ser tomadas para entender a emergência de doenças (McCann, 2020). Um caso intrigante é a mudança de comportamento que um fungo endofítico pode apresentar em relação a planta que coloniza: o fungo que a princípio não causa sintomas, pode se tornar patogênico a depender das condições externas a qual é submetido.

O fungo *Diaporthe* spp. (fase assexuada: *Phomopsis*) é um ascomiceto endofítico distribuído em diversas regiões geográficas e inúmeras plantas hospedeiras. Algumas vezes associado a plantas assintomáticas, o gênero é mais conhecido por compreender agentes etiológicos de importantes doenças. No Brasil, por exemplo, *D. aspalathi* (sin. *D. phaseolorum* var. *meridionalis*) e *D. caulivora* (sin. *D. phaseolorum* var. *caulivora*) foram identificados como responsáveis pelo cancro da haste na soja do início da década de 1990. O impacto devastador acabou por promover a resistência genética obrigatória para sementes de soja comercializadas no território brasileiro. Esse controle, no entanto, demorou quase 10 anos para que pudesse ser implementado.

Na safra 2018/2019, uma sintomatologia considerada “anômala” começou a ser relatada nas áreas produtivas situadas ao longo da BR-163 no Mato Grosso. Tratavam-se de sintomas de apodrecimento de vagens imaturas e grãos. Nas safras que se seguiram, além dos relatos de podridão, também se relacionaram ao problema relatos de quebramento de plantas no campo e a abertura de estrias em hastes de soja.

Um robusto levantamento de fungos desde a safra 2021/2022, suportado por transporte aéreo de plantas inteiras e técnicas moleculares identificou as espécies *D. ueckerae* e *D. longicolla*, além de *Colletotrichum* spp. e *Fusarium* spp. como sendo os fungos mais recorrentes nas áreas afetadas. Esse complexo está presente de forma consistente em vagens, grãos e em hastes sintomáticas (Deuner et al., 2022). Os dados mais atuais mostram a disseminação da doença para outros Estados como principal preocupação.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi comparar as ferramentas de controle químico disponíveis no mercado para o manejo do “Quebramento de hastes da soja” em condições de campo.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra 2023/2024 em Primavera do Leste, Mato Grosso. A semeadura da soja BMX Olimpo IPRO foi realizada em 04/12/2024 e emergência 4 dias após. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com 3 repetições, nas quais foram dispostas parcelas de 18 m<sup>2</sup>. As parcelas foram divididas em 12 tratamentos, sendo uma testemunha sem aplicação e 11 com diferentes combinações de fungicidas aplicados

(Tabela 1). Tais aplicações foram feitas via foliar, utilizando-se pulverizador propelido a CO<sub>2</sub>, com barra de 3 m contendo 6 bicos do tipo jato em leque 110.015, espaçados em 50 centímetros, e volume de calda de 150 L/ha. As aplicações ocorreram a partir de 25 dias após emergência (DAE) da cultura, somando três aplicações a depender do tratamento. As duas manutenções, comuns a todos os tratamentos exceto para testemunha, (aplicações D e E) seguiram o intervalo de 14 dias entre aplicações. O mesmo intervalo foi utilizado entre as três primeiras aplicações.

**Tabela 1.** Lista de Tratamentos. Os produtos estão discriminados por composição de ativos seguidos das doses dos produtos comerciais em L/ha. Os adjuvantes foram adicionados conforme recomendação do fabricante e estão indicados com asterisco (\*).

Trat	A: até 25 DAE (Vegetativo)	B: 14 DAAB (Pré Fechamento)	C: 14 DAAB	D: 14 DAAC	E: 14 DAAD
1	Testemunha				
2	(BIX+PTZ+TFS)* (0,5) + MZB (1,5)	(BIX+PTZ+TFS)* (0,5) + MZB (1,5)	(BIX+PTZ+TFS)* (0,5) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
3	(AZT+MZB+PTZ)* (2,0)	(AZT+MZB+PTZ)* (2,0)	(AZT+MZB+PTZ)* (2,0)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
4	(MTMN+IPFX+CTN)* (2,0)	(MTMN +IPFX+CTN)* (2,0)	(MTMN +IPFX+CTN)* (2,0)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
5	(IPFX+TCZ)* (0,7) + MZB (1,5)	(IPFX+TCZ)* (0,7) + MZB (1,5)	(IPFX+TCZ)* (0,7) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
6	(IPFX+PTZ)* (0,35)+ MZB (1,5)	(IPFX+PTZ)* (0,35)+ MZB (1,5)	(IPFX+PTZ)* (0,35)+ MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
7	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
8	(TFS+TCZ)* (0,6)	(BIX+PTZ+TFS)* (0,5) + MZB (1,5)	(IPFX+PTZ)* (0,35)+ MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
9	(MFTZ+PCS+FXD)* (0,6)	(FXD+PTZ)* (0,25) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ)* (0,25) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
10	(PTZ+DFZ) (0,15)	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
11	(PTZ+DFZ) (0,15) + (AZT+STL)* (0,2)	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)
12	(STL+CCZ+DFZ) (0,5)	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(STL+PTZ) (0,45) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)	(FXD+PTZ) (0,6) + MZB (1,5)

A comparação entre tratamentos foi obtida a partir de avaliação de severidade em R6, no qual a porcentagem de tecido vegetal atacado foi estimada tendo como referência: a ausência do patógeno (0%) e a área externa da haste ou o tecido vascular completamente comprometido (100%). Para isso, as amostras foram compostas por 10 hastes expostas a partir de diferentes plantas. As plantas foram cortadas transversalmente a 20 cm de altura a partir do coleto e foram descascadas superficialmente para avaliação da proporção de estrias. Para a avaliação a partir do tecido vascular, foram ainda realizados cortes logitudinais nas hastes coletadas. Os dados tiveram suas médias comparadas pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

A severidade de danos nas hastes (Figuras 1 e 2) atingiu 59% na testemunha. Com severidades de 55 e 56%, muito próximas aos valores da testemunha, não diferenciaram estatisticamente os tratamentos nos quais as aplicações em vegetativo tiveram (MTMN+IPFX+CTN), (MFTZ+PCS+FXD) e (TFS+TCZ).

Os tratamentos com as primeiras aplicações de (IPFX+TCZ) + MZB, (BIX+PTZ+TFS) + MZB e (IPFX+PTZ) + MZB mostram dados de severidade numericamente muito similares entre si, seguidos dos tratamentos com as aplicações de (AZT+PTZ+MZB), (PTZ+DFZ) e (PTZ+DFZ)+(AZT+STL) que mostraram resultados numéricos um pouco maiores para redução

de severidade. O tratamento com (PTZ+DFZ)+(AZT+STL), por exemplo, chegou a 37% de redução em relação à testemunha. Nenhum deles, no entanto, apresenta diferença estatística dos demais.

O maior impacto para redução da severidade foi observado nos tratamentos 7 e 13, que agrupados estatisticamente, referem-se à aplicação em vegetativo de (STL+CCZ+DFZ) e (STL+PTZ) + MZB, respectivamente. Quanto à produtividade, esses tratamentos incrementaram até 14 sc/ha em relação à testemunha. Esses resultados, de maneira geral, são consistentes com a performance superior para formulações que contenham STL (Benzovindiflupyr) para o controle de “Podridão de grãos e Quebramento das hastes da soja” e revelam seu maior potencial de controle em programas com três aplicações do ativo desde o vegetativo.

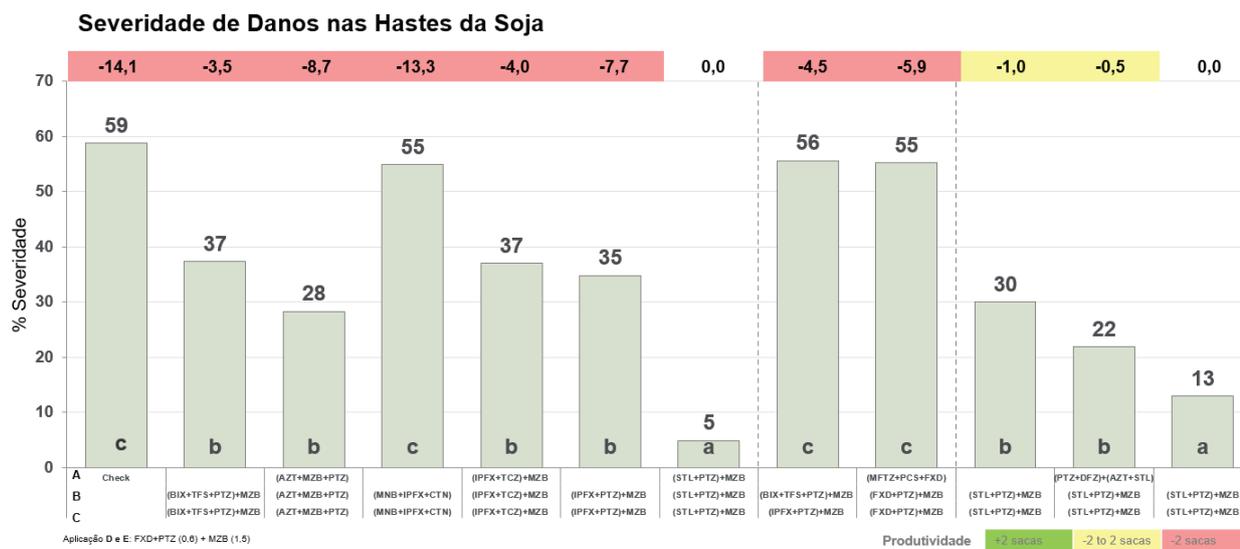


Figura 1. Severidades de danos nas hastes de soja. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (5%) com CV=101,8%. Os incrementos de produtividade foram comparados (em sacas de 60kg) em relação aos tratamentos padrão (incremento = 0,0), e sinalizado por cores.

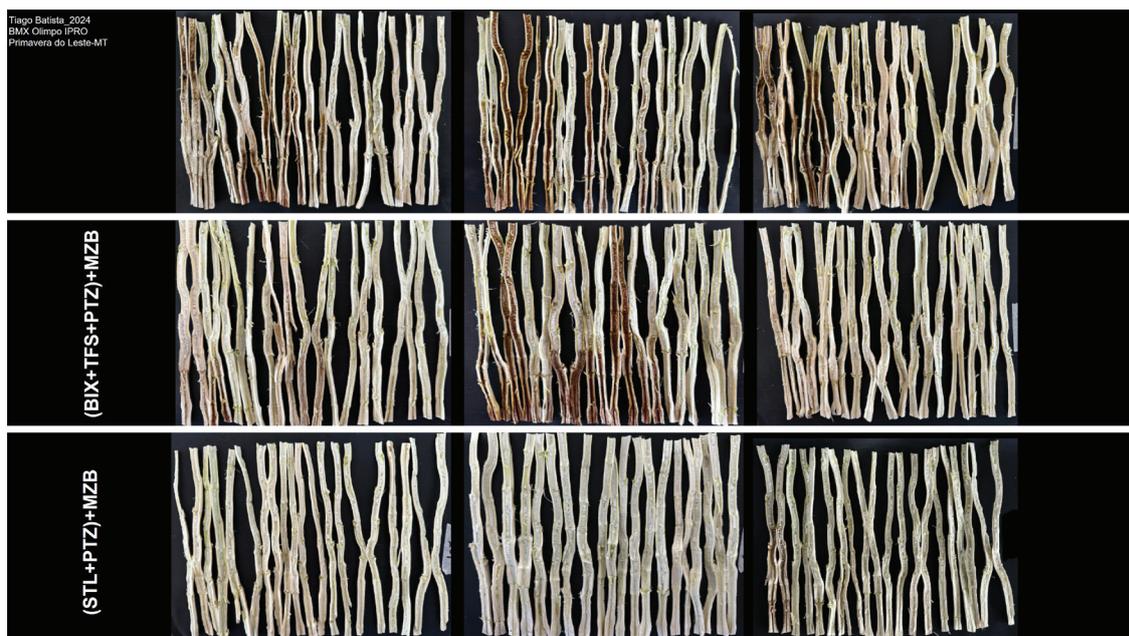


Figura 2. Avaliação de severidade de danos nas hastes a partir de material cortado longitudinalmente exibindo a parte vascular da planta.

## Conclusão

No presente estudo, são apresentados manejos fundamentados em STL (Benzovindiflupyr) como ferramenta eficaz para o controle do “Quebramento de Haste da soja”. O potencial de controle acima da média é alcançado quando em (STL+PTZ) em três aplicações desde o estágio vegetativo.

## Referências

DEUNER, C. C.; SILVA, M. A. da; MELLO; F. E. de; MATHIONI, S. M.; MATOS, V. O. R. L.; CRUZ, G.; ANTUNES, R. F. D. Vagens anômalas. **Cultivar Grandes Culturas**, n. 281, p. 26-28, 2022.

MCCANN, H. C. Skirmish or war: the emergence of agricultural plant pathogens. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 56, p. 147-152, 2020.

## AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE CONTROLE DA MULTIPLICAÇÃO DE *Meloidogyne javanica* EM SOJA POR *Bacillus* spp.

JOSÉ, F. G. M.<sup>(1)</sup>; SILVA, D. V.<sup>(1)</sup>; GARCIA, A. B.<sup>(1)</sup>; LONARDONI, E. A.<sup>(1)</sup>; OLIVEIRA, J. P.<sup>(1)</sup>; NICOLLETO, M. L. A.<sup>(1)</sup>; NORILER, S. A.<sup>(1)</sup>; MACHADO, A. C. Z.<sup>(2)</sup>; SILVA, S. A.<sup>(2)</sup>; OLIVEIRA, A. G.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Estadual de Londrina; <sup>(2)</sup>Agronema, Londrina, PR.

### Introdução

A soja é uma das principais culturas no mundo, sendo importante para a economia global e intimamente ligada com a crescente demanda na produção de alimentos, devido ao crescimento populacional. Sua produção pode ser prejudicada por fatores como clima, falta de nutrientes no solo, patógenos e pragas, incluindo os fitonematoides que podem causar perdas de até 70% (Adamu et al., 2024).

Os fitonematoides são caracterizados pela presença de estilete e de glândulas esofagianas, que são estruturas relacionadas à alimentação e capacidade de parasitar as plantas. Dentre eles, se destaca o gênero *Meloidogyne*, cujas espécies, também conhecidas como nematoides das galhas, são intensivamente estudadas devido aos danos que podem causar em plantações, especialmente à soja (Smant et al., 2018; Antil et al., 2023).

O controle dos fitonematoides normalmente é realizado por manejo integrado, utilizando produtos químicos sintéticos, cultivares resistentes e rotação de culturas, mas nem sempre oferecem eficácia e os custos econômicos e ecológicos são elevados. O manejo desses parasitas com o uso de microrganismos vem recebendo grande foco nos últimos anos, devido à elevada capacidade de controle e aos menores riscos ambientais do que aqueles causados pelos compostos sintéticos. Dentre os microrganismos mais estudados, destaca-se o gênero *Bacillus*, devido à sua capacidade de controle de patógenos e pragas. Além disso, as espécies desse gênero possuem mecanismos de promoção de crescimento de plantas que incluem a produção de fitormônios e enzimas (Ahmad et al., 2021; Antil et al., 2023).

O presente trabalho teve como objetivo selecionar isolados microbianos e subsidiar o desenvolvimento de um produto biológico comercial com capacidade de controlar o fitonematoide *M. javanica* na cultura de soja.

### Material e Métodos

Foram utilizados microrganismos do gênero *Bacillus* pertencentes à coleção do Laboratório de Biotecnologia Microbiana (LABIM) da Universidade Estadual de Londrina (Tabela 1).

**Tabela 1.** Microrganismos pertencentes à coleção do Laboratório de Biotecnologia Microbiana da Universidade Estadual de Londrina utilizados nos ensaios.

Isolados microbianos		
LABIM30	LABIM112	LABIM114
LABIM118	LABIM119	LABIM121
LABIM122	LABIM124	LABIM126
LABIM129	LABIM133	LABIM145
LABIM146	LABIM147	LABIM149
LABIM151	LABIM154	LABIM170
LABIM174	LABIM177	LABIM179

Todos são *Bacillus velezensis*, exceto LABIM114 que é *B. subtilis*.

Três ensaios foram conduzidos para avaliar a ação nematicida dos microrganismos contra *M. javanica* em soja. Os dois primeiros utilizaram os *Bacillus* fermentados em Meio Formulado (Patente BR102020013481) por 48 h a 28 °C e 200 rpm. As culturas obtidas foram submetidas à contagem de unidades formadoras de colônia (UFC) e ajustadas para a concentração de  $1 \times 10^9$  UFC.mL<sup>-1</sup>. As sementes foram tratadas com 250 mL dos fermentados para cada 100 kg de sementes, adicionando 1,25% p/v do corante Fast Green (CI 42053) e 0,1% de colágeno hidrolisado, com calda de aplicação de 500 mL/100 kg de sementes. O produto comercial Votivo® Prime (BASF) foi utilizado como controle positivo e a testemunha foi tratada com água.

No terceiro ensaio, os *Bacillus* foram cultivados em meio de cultura líquido MGG-N02, adaptado de Godoy (2023), por 30 h a 28 °C e 200 rpm. As sementes foram tratadas com 100 mL dos fermentados para cada 100 kg de sementes, adicionando 1,25% p/v do corante Fast Green e 1% de colágeno hidrolisado, com calda de aplicação de 500 mL/100 kg de sementes. O produto comercial Arvatico® (Syngenta) foi utilizado como controle positivo e a testemunha foi tratada com água.

Em todos os ensaios, as sementes tratadas foram semeadas em vasos com areia e solo (proporção 7:1), previamente esterilizados por calor seco, e incubadas por 7 dias. Após esse período, foram inoculadas com alíquota de 1 mL de uma suspensão de nematoides por vaso. A suspensão continha 1000 nematoides/mL nos dois primeiros ensaios, enquanto, no terceiro, a concentração foi de 1500 nematoides/mL.

Os três ensaios foram avaliados aos 45, 57 e 69 dias após a inoculação, respectivamente. Para quantificar a multiplicação de *M. javanica*, as raízes foram processadas e, os nematoides, extraídos de acordo com Boneti e Ferraz (1981). A razão entre a população final (PF) e a população inicial (PI) indica o fator de reprodução (FR). A quantidade de nematoides por grama de raiz (QNema/g) foi calculada pela razão entre a PF e a massa fresca da raiz.

A avaliação de compatibilidade dos isolados com *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum* foi avaliada *in vitro* nos meios de cultura NFb (Nitrogen Fixing bacteria) e YMA (Yeast Malt Agar), respectivamente. A compatibilidade foi avaliada pela formação ou não de halos de inibição em cultura dupla.

Os dados obtidos pelos ensaios foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) utilizando o *software* R.

## Resultados e Discussão

O primeiro experimento foi realizado com os 21 isolados de *Bacillus* e aqueles identificados como LABIM30, LABIM114, LABIM129, LABIM147, LABIM151, LABIM170, LABIM174, LABIM177 e LABIM179 se destacaram por performar igual ao produto comercial Votivo® Prime na diminuição do FR e da QNema/g de *M. javanica*. Essas bactérias foram selecionadas para o segundo ensaio, visando confirmar a performance semelhante ao controle positivo. Nesse experimento, com os microrganismos LABIM147, LABIM151 e LABIM177, os valores de FR de e QNema/g foram significativamente menores do que nos demais tratamentos, incluindo o produto comercial Votivo® Prime.

Os isolados microbianos mais promissores selecionados nos experimentos anteriores foram submetidos ao teste de compatibilidade com os microrganismos *A. brasilense* e *B. japonicum*. Destes, apenas *B. subtilis* (LABIM114) foi compatível.

Utilizando os resultados obtidos pelos primeiros dois ensaios, o teste de compatibilidade e resultados de formação de biofilme realizados anteriormente (Silva, 2023), um terceiro ensaio foi realizado, visando testar diferentes condições de formulação dos fermentados e dose de aplicação, além de confirmar a performance desses isolados. Neste teste, os microrganismos LABIM147, LABIM151, LABIM174 e LABIM177 apresentaram eficácia significativamente seme-

lhante ao produto comercial Arvatico®, enquanto LABIM179 não teve diferença significativa da testemunha. LABIM114 se destacou, apresentando resultados de redução do FR e da QNema/g de *M. javanica* significativamente superiores aos dos demais microrganismos avaliados.

Contudo, mais estudos podem ser realizados com os demais microrganismos selecionados nos três ensaios, devido ao potencial demonstrado na diminuição da multiplicação dos nematoides. Além disso, outros métodos de aplicação, eficiência em outras culturas e compatibilidade com outros microrganismos ou até com outras práticas de manejo de nematoides devem ser avaliados como forma de viabilizar o uso destes microrganismos devem ser avaliados.

## Conclusão

*Bacillus subtilis* (LABIM114) demonstrou potencial para o desenvolvimento de um produto biológico de tratamento de sementes para manejo de *M. javanica* em soja, por apresentar resultados semelhantes ou superiores a produtos comerciais e ser compatível com *A. brasilense* e *B. japonicum*, microrganismos de grande importância para a produção de soja.

## Referências

ADAMU, F. A.; HUNDESSA, W. B.; GETACHEW, S.; ASEFFA, A. W.; MERESSA, B. H. Plant parasitic nematodes on soybean (*Glycine max* (L) Merr.) in the Metekel zone (Ethiopia) and varietal resistance evaluation to *Meloidogyne javanica*. **Journal of Phytopathology**, v. 172, n. 2, p. 1-11, 2024. DOI: 10.1111/jph.13287.

AHMAD, G.; KHAN, A.; KHAN, A. A.; ALI, A.; MOHAMMAD, H. I. Biological control: a novel strategy for the control of the plant parasitic nematodes. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 114, n. 7, p. 885-912, 2021. DOI: 10.1007/s10482-021-01577-9.

ANTIL, S.; KUMAR, R.; PATHAK, D. V.; KUMARI, A. Recent advances in utilizing bacteria as biocontrol agents against plant parasitic nematodes emphasizing *Meloidogyne* spp. **Biological Control**, v. 183, 105244, 2023. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2023.105244.

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

GODOY, G. G. de. **Biorreator para produção de biodefensivos com *Bacillus velezensis* CMRP 4490**. 2023. 142 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SILVA, D. V. **Caracterização de isolados bacterianos com potencial para o desenvolvimento de biodefensivos para controle de patógenos de importância agrônômica**. 2023. 85 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina

SMANT, G.; HELDER, J.; GOVERSE, A. Parallel adaptations and common host cell responses enabling feeding of obligate and facultative plant parasitic nematodes. **The Plant Journal**, v. 93, n. 4, p. 686-702, 2018. DOI: 10.1111/tj.13811.



# **Comissão de Genética e Melhoramento**

## AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA PARA REAÇÃO À PODRIDÃO DE GRÃOS DA SOJA

FARIAS NETO, A. L.<sup>(1)</sup>; PEGO, S. P. S.<sup>(2)</sup>; LULU, J.<sup>(2)</sup>; WRUCK, D. M. S.<sup>(2)</sup>; RAMOS JUNIOR, E. U.<sup>(3)</sup>; LOPES, I. DE O. N.<sup>(3)</sup>; COSTA, D. A. D.<sup>(4)</sup>; MULLER, M. A.<sup>(4)</sup>; ARAÚJO, F. A.<sup>(4)</sup>; KUDLAWIEC, K.<sup>(4)</sup>; MOREIRA, E.<sup>(5)</sup>; CACIQUE, I. S.<sup>(5)</sup>; GHENO, E. N.<sup>(6)</sup>; BELUFI, L. M. R.<sup>(7)</sup>; PITTELKOW, F.<sup>(7)</sup>; LOCATELLI, M.<sup>(8)</sup>; BERGAMIN, A. C.<sup>(9)</sup>; MUNIZ, F.<sup>(10)</sup>; TOMEN, A.<sup>(11)</sup>; CONSTATINO, E. J.<sup>(12)</sup>; ODA, M.<sup>(13)</sup>  
<sup>(1)</sup>Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; <sup>(2)</sup>Embrapa Agrossilvipastoril; <sup>(3)</sup>Embrapa Soja; <sup>(4)</sup>Fundação Mato Grosso, <sup>(5)</sup>Fitolab; <sup>(6)</sup>CEPCEN; <sup>(7)</sup>Fundação Rio Verde; <sup>(8)</sup>SeedCorpHO; <sup>(9)</sup>UFRO; <sup>(10)</sup>BASF; <sup>(11)</sup>Proteplan; <sup>(12)</sup>EPR; <sup>(13)</sup>TMG.

### Introdução

Sintomas de podridão de grãos da soja têm sido relatados na região médio norte do estado de Mato Grosso e em Rondônia, a partir da safra 2018/2019, com severidades variadas entre as safras e cultivares. A podridão de grãos é observada a partir do início do enchimento de grãos, estágio R5. Externamente, as vagens podem apresentar sintomas de encharcamento e/ou escurecimento, sem abertura visível e quando abertas, apresentam apodrecimento dos grãos. A presença de vagens sintomáticas e os grãos apodrecidos ocorrem de forma aleatória na planta e na vagem, respectivamente, não necessariamente acometendo todos os grãos (Kudlawiec et al., 2023). As primeiras áreas infectadas com plantas sintomáticas foram observadas em pequenas áreas na safra de 2018/2019, e desde então a área atingida e as perdas em produtividade apresentaram um aumento significativo.

Os fungos que predominam nos isolamentos a partir dos grãos e vagens (com e sem sintomas) são diferentes espécies de *Diaporthe*, *Fusarium*, *Colletotrichum* e, em algumas safras, também foi observada alta incidência de mancha-púrpura nos grãos, causada por *Cercospora* spp. Na soja, fungos dos gêneros *Phomopsis*/*Diaporthe* causam várias doenças, entre elas a podridão de grãos, na qual o principal dano é a má qualidade de grãos e sementes, com redução na germinação e emergência de plântulas. Os fatores que desencadeiam a maior frequência de apodrecimento de grãos por esses patógenos nessas regiões ainda estão em estudo (Kudlawiec et al., 2023).

Observações de campo em Mato Grosso sugerem a presença de variabilidade genética das cultivares de soja para a podridão; entretanto, estudos mais detalhados ao nível de campo, visando avaliar a reação de cultivares de soja à podridão, ainda não foram realizados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de soja para reação à podridão de grãos de soja.

### Material e Métodos

Foram implantados e conduzidos experimentos de campo nos municípios de Sinop, Sorriso, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum, no estado de Mato Grosso, e nos municípios de São Miguel do Guaporé e Ariquemes, no estado de Rondônia.

As cultivares de soja foram avaliadas em 2 ensaios distintos um deles composto por 42 cultivares de soja geneticamente modificadas (OGM) e o outro composto por 12 cultivares de soja convencionais (CV). As cultivares foram semeadas conforme a população de plantas definida pelos obtentores e em épocas de semeadura recomendadas para os estados de Mato Grosso e Rondônia. Foram instalados e conduzidos 14 experimentos. A adubação foi realizada de acordo com as análises de solo de cada local de semeadura, seguindo as recomendações para a cultura da soja. O controle de insetos foi realizado conforme as recomendações da cultura. O controle

químico com fungicidas foi uniformizado com quatro aplicações durante o ciclo da cultura, sendo a primeira aplicação aos 40 dias após a emergência, a segunda aplicação 15 dias após a primeira aplicação, a terceira aplicação 15 dias após a segunda e a quarta aplicação na fase de enchimento de grãos.

O delineamento experimental para todos os experimentos foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por parcelas com no mínimo quatro linhas de 5 m de comprimento. As sementes utilizadas nos experimentos provieram de um mesmo lote para cada cultivar. Para a avaliação da incidência de podridão nas vagens e nos grãos, adotou-se a metodologia proposta pela Embrapa (Farias Neto; Wruck, 2022). Resumidamente, a avaliação das vagens envolveu uma amostragem de 10 plantas por parcela no estádio R6, contando o número total de vagens e o número de vagens com sintomas para estimar a porcentagem de vagens com sintomas (VA). Quanto à produtividade de grãos, as parcelas foram colhidas, a umidade dos grãos foi determinada e, após a pesagem, a produtividade final (prod em kg/ha) foi corrigida para 13% de umidade. A produtividade corrigida (prodc em kg/ha) descontou a tolerância de 8% de grãos avariados na comercialização, conforme Instrução Normativa do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) nº 11, de 15 de maio de 2007 (Brasil, 2007). A quantificação dos grãos avariados (GA) ocorreu por meio da separação de amostras das parcelas após a colheita, utilizando amostras de cerca de 150 g por parcela. A classificação visual seguiu a Instrução Normativa do Mapa nº 11, de 15 de maio de 2007 (Brasil, 2007). As análises foram realizadas no sistema SAS/STAT software (SAS, 2016), utilizando os procedimentos proc GLM e proc glimmix para o ajuste dos modelos. Para comparações múltiplas de médias, adotou-se o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Além disso, foram realizadas correlações de Pearson entre as variáveis grãos avariados e produtividade corrigida.

## Resultados e Discussão

Nos experimentos de cultivares de soja OGM usados na análise conjunta (Tabela 1), os dados de VA revelaram variabilidade genética para esta característica, com cultivares apresentando níveis distintos de resistência à podridão de grãos. As estimativas variaram de 6,28 a 36,90, com uma média de 21,90. Variabilidade genética também foi observada para GA, com valores variando de 4,19 a 23,23 e média de 11,87. As menores médias de GA em relação a VA são, provavelmente, consequência da podridão ter se estabelecido nas vagens em parte dos experimentos, sem atingir efetivamente os grãos. A presença dessa variabilidade genética nas cultivares de soja adaptadas à região possibilita a seleção de cultivares mais resistentes à podridão, tanto para os produtores quanto para programas de melhoramento.

As estimativas de produtividade apresentaram boas médias, variando de 3353,51 kg/ha a 4211,20 kg/ha para prod e de 3153,99 kg/ha a 4154,62 kg/ha para prodc. Considerando os experimentos da análise conjunta, as médias de prod e prodc foram de 3.755,22 kg/ha e 3.539,23 kg/ha, respectivamente.

A estimativa de GA apresentou uma correlação negativa e alta com a produtividade corrigida de grãos (prodc). Nos experimentos com médias a altas de GA, a correlação entre GA e prodc alcançou o índice de -0,75379, revelando a grande influência da podridão na produtividade de soja.

**Tabela 1.** Ensaio de cultivares OGM: Cultivar, Grau de maturidade (GM), porcentagem de vagens avariadas, VA (%): Porcentagem de grãos avariados (GA %), produtividade de grãos a 13 % de umidade (prod em kg/ha a 13% de umidade) produtividade corrigida descontada a tolerância de 8% de grãos avariados na comercialização dos grãos (prod em kg/ha a 13% de umidade).

CULTIVAR	GM	VA (%)	GA(%)	PROD (kg/ha)	PRODC (kg/ha)
BRS 5980 IPRO	6.9	12,59 JKLMNO	8,33 HIJKLMN	3353,51 M	3263,84 JKLMNO
TMG 2370 IPRO	7.0	14,66 IJKLMNO	6,00 LMN	4211,20 A	4154,62 A
B 5710 CE	7.1	22,13 DEFGHIJ	10,74 EFGHIJKLM	3735,15 EFGHIJ	3559,02 CDEFGHIJK
NK 7201 IPRO	7.2	13,93 IJKLMNO	13,79 DEFGHIJ	3717,91 EFGHIJ	3461,74 FGHIJKLM
BMX FOCO IPRO	7.2	19,94 EFGHIJK	9,39 FGHIJKLMN	3889,72 BCDEF	3723,69 BCDEFG
TMG 2372 IPRO	7.2	10,60 KLMNO	5,32 LMN	4095,04 AB	4035,79 AB
HO APORÉ IPRO	7.3	24,00 CDEFGHI	11,11 EFGHIJKLM	3824,34 BCDEFGH	3653,19 BCDEFGHI
BW 1954483	7.3	29,5 ABCDE	9,35 FGHIJKLMN	3843,87 BCDEFG	3645,27 BCDEFGHI
BRS 7380 RR	7.3	13,86 KLMNO	7,02 LMN	3388,87 LM	3325,11 JKLMNO
BMX DESAFIO RR	7.4	34,34 AB	13,99 DEFGHI	3554,12 HIJKLM	3305,60 JKLMNO
BRS 7482 RR	7.4	15,51 HIJKLM	5,81 LMN	3650,72 GHIJKL	3519,75 DEFGHIJK
BMX TANQUE I2x	7.5	36,90 A	13,65 DEFGHIJK	3691,53 FGHIJK	3396,15 IJKLMN
TMG 21X71 IPRO	7.5	18,53 FGHIJKL	8,85 GHIJKLMN	3875,71 BCDEFG	3713,22 BCDEFGHI
DM75174 IPRO	7.5	19,21 EFGHIJK	7,91 IJKLMN	4036,24 ABC	3821,67 ABCDE
NEO 750 IPRO	7.5	16,63 GHIJKLM	7,43 KLMN	4039,24 ABC	3857,41 ABCD
TMG 2776 IPRO	7.6	36,22 AB	16,95 ABCDE	3361,43 LM	3036,35 O
M 7601 I2x	7.6	25,89 BCDEFGH	11,68 EFGHIJKL	3985,83 ABCDE	3792,69 BCDEF
SYN 2376 IPRO	7.6	34,05 ABC	9,46 FGHIJKLMN	3857,07 BCDEFG	3759,98 BCDEFG
HO GUAPO IPRO	7.7	35,68 AB	21,01 AB	3486,66 IJKLM	3104,50 MNO
BMX OLIMPO IPRO	7.7	30,66 ABCD	20,81 ABC	3942,25 ABCDE	3440,34 GHIJKLMN
NS 7790 IPRO	7.7	19,74 EFGHIJK	19,32 ABCD	3492,69 IKLM	3153,99 MNO
HO MARACAÍ IPRO	7.7	36,22 AB	14,00 DEFGHI	3683,60 FGHIJK	3313,25 JKLMNO
SYN 2478 IPRO	7.8	31,78 ABCD	19,68 ABCD	3685,49 GHIJK	3295,19 JKLMNO
DM 79181 IPRO	7.9	29,23 ABCDE	18,96 ABCD	3784,88 CDEFGH	3400,51 HIJKLMN
BMX BÔNUS IPRO	7.9	23,18 DEFGHI	15,67 BCDEF	3759,78 DEFGHI	3368,44 JKLMNO
NEO 790 IPRO	7.9	29,07 ABCDE	14,50 CDEFGH	4019,13 AB	3529,19 FGHIJKL
DM 80179 I2x	8.0	27,77 ABCDEF	16,66 BCDE	3703,79 GHIJK	3272,87 LMNO
DM 80IX83 I2x	8.0	31,38 ABCD	16,41 BCDE	3561,56 HIJKLM	3308,14 JKLMNO
HO MAMORÉ IPRO	8.0	18,51 FGHIJKL	5,21 MN	3807,06 BCDEFG	3772,49 ABCD
BMX ORIGEM IPRO	8.1	7,06 MNO	7,00 LMN	3839,07 BCDEFG	3758,45 BCDE
NS 8109 IPRO	8.1	13,86 IJKLMNO	4,93 MN	3894,43 BCDEFG	3837,03 ABC
SYN 2282 IPRO	8.2	15,96 IJKLMNO	14,72 BCDEFG	3820,72 BCDEFG	3602,16 CDEFGHIJK
HO COXIM IPRO	8.2	15,31 IJKLMNO	14,39 DEFGH	3722,48 EFGHIJ	3511,30 EFGHIJK
M 8220 I2x	8.2	6,55 NO	4,19 N	4031,41 ABCD	4009,35 AB
B 5830 CE	8.3	31,45 ABCD	23,23 A	3695,32 GHIJK	3248,60 KLMNO
HO CRISTALINO IPRO	8.3	27,65 ABCDEF	15,95 BCDE	3732,41 EFGHIJ	3482,32 FGHIJKLM
TMG 2383 IPRO	8.3	26,57 ABCDEFG	15,05 BCDEFG	3421,02 LM	3194,15 LMNO
CZ 48B32 IPRO	8.3	18,29 FGHIJKL	7,48 JKLMN	3953,45 BCDEF	3879,95 ABC
M 8331 I2x	8.3	8,17 LMNO	5,05 MN	3795,60 DEFGH	3743,34 BCDEFGH
SYN 2384 IPRO	8.4	13,94 IJKLMNO	16,57 BCDE	3650,62 GHIJKL	3350,61 JKLMNO
BW 1851615	8.4	17,14 FGHIJKLM	7,66 IJKLMN	3704,07 FGHIJK	3623,95 CDEFGHIJ
M 8644 RR	8.6	6,28 O	3,31 N	3420,48 KLM	3417,12 GHIJKLMN

(<sup>1</sup>) GM = grau de maturidade. (<sup>2</sup>) VA = vagens avariadas – estimativas médias de TMG/ Embrapa, BASF, FRV, COACEN, RO-Ariquemes e EPR. (<sup>3</sup>) GA = grãos avariados – estimativas médias de BASF, FRV, COACEN, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, HO sementes, Fitolab Sorriso, Fitolab Nova Mutum, RO-Ariquemes e Proteplan. (<sup>4</sup>) Prod = produtividade – estimativas médias de TMG/ Embrapa, Embrapa, BASF, FRV, COACEN, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, HO sementes, Fitolab Sorriso, Fitolab Nova Mutum, RO-Ariquemes e Proteplan. (<sup>5</sup>) Prodc = produtividade corrigida – estimativas médias de TMG/ Embrapa, Embrapa, BASF, FRV, COACEN, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, HO sementes, Fitolab Sorriso, Fitolab Nova Mutum, RO-Ariquemes e Proteplan. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Nos experimentos de cultivares de soja convencionais usados na análise conjunta (Tabela 2), os dados de VA e GA, a exemplo dos ensaios de cultivares OGM, revelaram variabilidade genética para esta característica, com cultivares apresentando níveis distintos de resistência à podridão de grãos. As estimativas de VA variaram de 6,19 a 31,95, com uma média de 15,20. Variabilidade genética também foi observada para GA, com valores variando de 2,03 a 10,75 e média de 5,50. As menores médias de GA em relação a VA são, provavelmente, consequência de a podridão ter se estabelecido nas vagens em parte dos experimentos, sem atingir efetivamente os grãos. A presença dessa variabilidade genética nas cultivares de soja adaptadas à região possibilita a identificação de cultivares mais resistentes à podridão, tanto para os produtores quanto para programas de melhoramento.

As estimativas de produtividade apresentaram boas médias, variando de 3538,1851 kg/ha a 4211,20 kg/ha para prod e de 3.153,99 kg/ha a 4154,62 kg/ha para prodc. Considerando os experimentos da análise conjunta, as médias de prod e prodc foram de 3.538,18 kg/ha e 3.494,23 kg/ha, respectivamente. A diferença entre as médias de prod e prodc não foi muito significativa, devido as estimativas de GA terem apresentados, de forma geral, valores abaixo de 8%.

**Tabela 2.** Ensaio de cultivares convencionais, análise conjunta: cultivar, grau de maturidade (GM), estimativa de vagens avariadas, VA (%), de grãos avariados (GA %), de produtividade de grãos (prod em kg/ha a 13% de umidade) de produtividade corrigida descontada a tolerância de 8% de grãos avariados na comercialização dos grãos (prodc em kg/ha a 13% de umidade).

Cultivar	GM <sup>(1)</sup>	VA <sup>(2)</sup>	GA <sup>(3)</sup>	PROD <sup>(4)</sup>	PRODC <sup>(5)</sup>
		(%)	(%)	(kg/ha)	(kg/ha)
BRSMG 534	7.1	16,85 CDE	4,51 DE	3.839,59 A	3.806,74 A
Ansc 72050	7.2	15,49 CDE	5,06 CD	3.358,51 DE	3.332,24 DE
BMX Desafio RR	7.4	31,95 A	10,75 A	3.726,39 AB	3.553,22 BC
Ansc 74090	7.4	23,42 AB	6,49 BC	3.445,15 DE	3.423,16 CD
BRS 7582	7.5	11,67 DEFG	4,26 DE	3.570,97 BCD	3.557,95 BC
TMG 4377	7.7	13,55 CDEF	4,21 DE	3.455,43 CDE	3.443,63 BCD
Ansc 80110	8.0	18,06 CD	6,95 BC	3.111,57 F	3.053,58 F
HO Coxim IPRO	8.2	7,39 FG	4,14 DE	3.630,26 ABC	3.621,63 AB
Ansc 83022	8.3	18,88 BC	7,85 B	3.323,46 EF	3.248,35 E
BRS 8381	8.3	10,9 EFG	6,94 BC	3.685,55 ABC	3.592,27 AB
Ansc 88022	8.8	8,01 FG	2,88 EF	3.808,42 A	3.801,44 A
Ansc 89109	8.9	6,19 G	2,03 F	3.502,84 BCDE	3.502,84 BC
Média geral	8.9	15,20	5,50	3.538,18	3.494,75

<sup>(1)</sup> GM = grau de maturidade. <sup>(2)</sup> VA = vagens avariadas – estimativas médias de TMG/ Embrapa, FRV, Coacen, Embrapa e EPR. <sup>(3)</sup> GA = grãos avariados – estimativas médias de TMG/Embrapa, FRV, Coacen, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, HO sementes, Fitola Sorriso, Fitolab Nova Mutum, Agronorte em 3 locais. <sup>(4)</sup> Prod = produtividade – estimativas médias de, Embrapa, FRV, Coacen, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, Fitolab Sorriso, Fitolab Nova Mutum, Agronorte em 3 experimentos. <sup>(5)</sup> Prodc = produtividade corrigida – estimativas médias de, Embrapa, FRV, Coacen, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, Fitolab Sorriso, Fitolab Nova Mutum, Agronorte em 3 experimentos. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Conclusões

Presença de variabilidade genética para a podridão de grãos foi observada no conjunto de cultivares de soja avaliados. Este ponto é importante pois permite a seleção de cultivares com maior nível de resistência para plantio. Permite ainda o uso de cultivares resistentes em programas de melhoramento genético para resistência a podridão.

O parâmetro GA mostrou-se menos trabalhoso e mais eficiente que VA, sendo portanto o preferível nas avaliações de podridão de grãos de soja.

É importante salientar que a seleção de cultivares para plantio e também para seleção em programas de melhoramento, deve considerar várias características importantes como resistência à doenças, à pragas, grau de maturidade e produtividade, entre outras.

É importante que o produtor diversifique as cultivares para plantio, diminuindo assim os riscos de quebra de safra em função de doenças e outros fatores.

A podridão de grãos tem uma forte influência negativa na produtividade de grãos.

Este trabalho foi financiado pelas próprias instituições que participaram das avaliações e pela Associação dos Produtores de Sementes de Mato Grosso- APROSMAT.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 16 maio 2007. seção 1. Disponível em: <https://sistemasweb.cultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapachave=1194426968>. Acesso em: 19 set. 2023.

FARIAS NETO, A. L. de; WRUCK, D. S. M. **Metodologia para avaliação a campo e em laboratório de linhagens/ cultivares de soja para podridão de vagens e grãos**. 2. ed. rev. Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril; Londrina: Embrapa Soja, 2022. 7 p. (Embrapa. Comunicado Técnico, s/n). Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/67771682/Boletim+Metodologia+para+avalia%C3%A7%C3%A3o+a+campo+e+em+laborat%C3%B3rio+de+linhagens-cultivares+de+soja+para+podrid%C3%A3o+de+vagens+e+gr%C3%A3os.pdf/68c48bbe-a919-1d84-f0f5-b93fe68b72fa>. Acesso em: 10 jun. 2024.

KUDLAWIEC, K.; TOMEN, A.; BERGAMIN, A. C.; MIGUEL-WRUCK, D. S.; MOREIRA, E. N.; GHENO, E. A.; POLETTO, E. M.; CONSTANTINO, E. J.; ROJAS, E. P.; ARAÚJO JÚNIOR, I. V.; CACIQUE, I. S.; ASCARI, J. P.; BERGAMIN, L. P. P.; BELUFI, L. M. de R.; ZULLI, M. R.; MÜLLER, M. A.; BONALDO, S. M.; GODOY, C. V.; LOPES, I. de O. N.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D. **Eficiência de fungicidas para o controle da podridão de grãos da soja, na safra 2022/2023**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2023. 32 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 197).

SAS. **SAS/STAT software**: versão 9.4. Cary: SAS Institute Inc., c2016.

## AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE SOJA PARA OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS F1 PARA O SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO

AGUIAR, F. S. B.<sup>(1)</sup>; MARQUES, D. J.<sup>(1)</sup>; CARVALHO, A. N. C.<sup>(1)</sup>; LUIZ, A. C. M.<sup>(1)</sup>;  
BARRETO, C. A. M.<sup>(1)</sup>; RABELO, L. N.<sup>(1)</sup>; RIBEIRO, J. B. O.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG

### Introdução

O mercado de sementes de soja é um problema de segurança nacional, pois as grandes empresas detêm a maior parcela do mercado, podendo ocasionar perda de variabilidade com a introdução de sementes transgênicas. As poucas variedades disponíveis, são de propriedade de universidades e empresas públicas. Para a produção de soja orgânica ainda são escassas as cultivares adaptadas a esse sistema de produção.

No Brasil a agricultura orgânica é regulamentada através da Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que define que para ser considerado agricultura orgânica deve seguir alguns parâmetros (Brasil, 2003).

O grande problema que os produtores enfrentam é a falta de sementes e cultivares adaptadas ao modelo orgânico. A Instrução Normativa No, 38, de 2 de agosto de 2011, define em seu artigo 4 que, a produção de sementes e mudas orgânicas deverá obedecer às normas e padrões de identidade e qualidade estabelecidas na regulamentação brasileira (Brasil, 2011).

A IN46/2011 que regulamenta a técnica para os sistemas orgânicos de produção, sementes e mudas devem ser oriunda de sistemas orgânicos (Brasil, 2014). Dessa forma, é importante o Brasil estar na frente de outros países no que se refere a produção de cultivares e sementes orgânicas.

Para a produção de soja orgânica ainda são escassas as cultivares adaptadas a esse sistema de produção. A hipótese da pesquisa que é necessário selecionar cultivares para o sistema orgânico e convencional para dar mais opções para os agricultores e promover a conservação da base genética dos genótipos.

O objetivo da pesquisa é produzir híbridos F1 oriundos de linhagens de soja de diferentes estruturas genéticas para o sistema de produção orgânico.

### Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do tipo arco (7 x 21 m), com pé direito de 4 metros, coberta com filme de polietileno transparente de 150 micra aditivado contra raios ultravioleta e cortinas laterais de tela branca anti-afídeo na área experimental, Campo Demonstrativo e Experimental (CADEX) (18°43'36.26"S; 47°31'28.50"O; 903m) no Campus Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia. Monte Carmelo é um município de Minas Gerais. O desenvolvimento das populações segregantes, foi realizado através de hibridação artificial, para atender aos objetivos gerais e específicos da pesquisa. Foram considerados três etapas no programa: a) blocos de cruzamento; b) condução F1, c) condução populações F2, no presente trabalho está acontecendo o bloco de cruzamento para realizar a produção de F1, para que possa ser realizado em próximos projetos o restante das etapas do programa de melhoramento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um fatorial 2 x 7 com quatro repetições: No primeiro fator foi utilizado dois níveis de adubação (orgânica e mineral) para o segundo fator foram utilizados 7 genótipos (UFU#1, UFU#2, UFU#3, UFU#4, UFU#5, UFU#6 e UFU#7) oriundas do programa de melhoramento realizado na UFU, Campus de Monte Carmelo. Foram utilizados vasos plásticos contendo 24 dm<sup>3</sup> de solo. Após o período de incuba-

ção do solo, foi realizada a fertilização do solo, de acordo com a análise de solo e recomendação para a cultura da soja (Novais et al., 1991 adaptado por Marques et al., 2021) para a adubação mineral. Já para a adubação orgânica foi utilizado o composto orgânico.

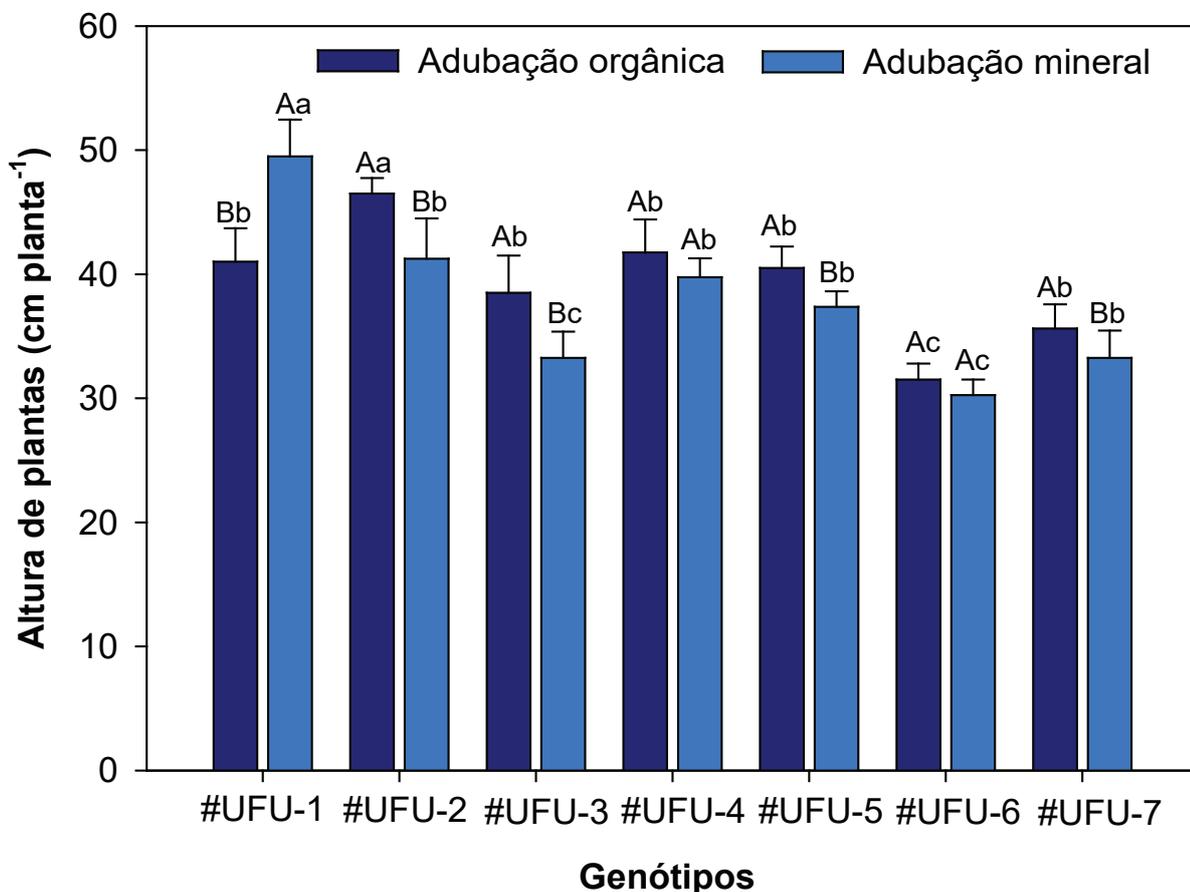
A hibridação foi realizada através do processo de emasculação que em si envolve a remoção do cone de anteras da flor, que ainda está fechada. Esse procedimento cuidadoso garante que a flor não tenha sofrido autofecundação. Para conseguir isso, uma delicada pinça é usada para “apertar” suavemente as anteras fundidas. Além disso, além da remoção da antera, duas ou três sépalas também são eliminadas do cálice da flor emasculada, após isso foi possível realizar a fertilização artificial das plantas.

Durante a pesquisa foram avaliados, altura da planta, índice de área foliar e produtividade da soja e híbridos F1.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de interação significativa, os efeitos foram desdobrados dentro dos níveis de cada fator. As médias dos fatores adubação e linhagens foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Todas as análises foram realizadas no software *RStudio*. Para todas as análises estatísticas, o nível de significância adotado foi de 5%.

## Resultados e Discussão

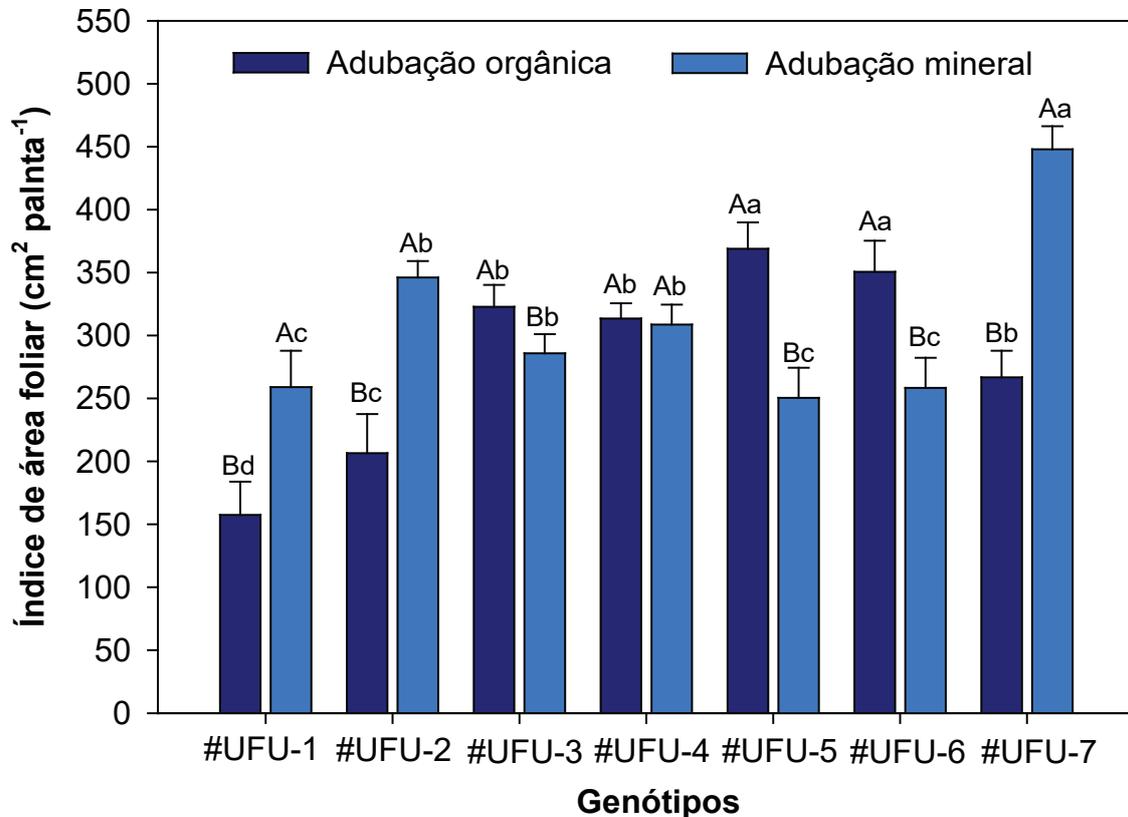
Para a altura dos genótipos de soja (Figura 1) no tratamento usando adubação mineral UFU#1 foi superior quando comparado com os genótipos para o mesmo tratamento. Já para adubação orgânica UFU#2 foi superior. Para a interação entre adubação mineral e orgânica o genótipo UFU#1 foi superior.



**Figura 1.** Altura da planta na adubação mineral e orgânica em função dos genótipos soja.

Colunas com letras maiúsculas diferentes (cores diferentes) comparam entre adubação (mineral e orgânica), letras minúsculas (mesma cor) comparam genótipos, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 05$ ). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Para o índice de área foliar o genótipo UFU#7 foi superior para adubação mineral na interação dos tratamentos (adubação x genótipos). Para os genótipos na adubação orgânica UFU#5 e UFU#6 foram superiores (Figura 2).

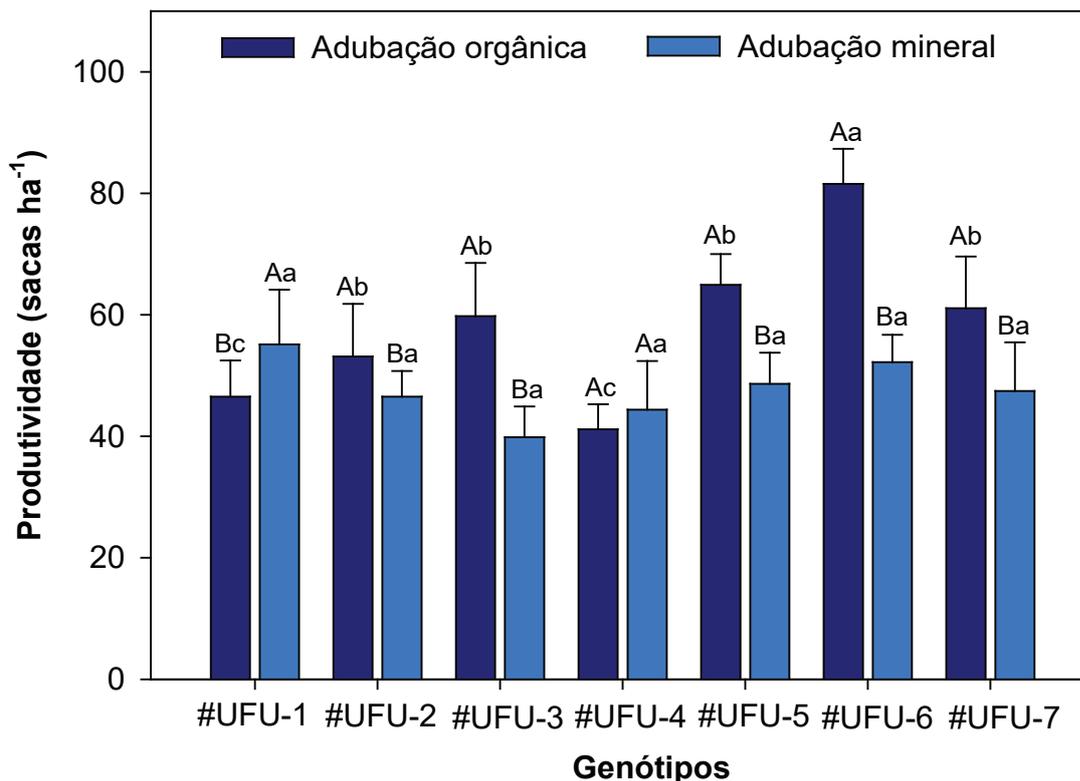


**Figura 2.** Índice de área foliar nas folhas de soja com adubação mineral e orgânica em função dos genótipos de soja.

Colunas com letras maiúsculas diferentes (cores diferentes) comparam entre adubação (mineral e orgânica), e letras minúsculas (mesma cor) comparam genótipos, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Para a interação (genótipos x adubação) na produtividade da soja UFU#6 foi superior com 81 sacas de soja ha<sup>-1</sup>. Já para adubação mineral não houve diferença significativa com média 47 sacas de soja ha<sup>-1</sup>. Para adubação orgânica o UFU#6 foi superior (Figura 3) quando comparado com a adubação mineral.

Foram produzidos no final da pesquisa cinco híbridos (UFU#1xUFU#3; UFU#7xUFU#4; UFU#4xUFU#1; UFU#4xUFU#7; UFU#7xUFU#3). Os genótipos serão avaliados na geração futura. Eles foram produzidos visando a tolerância a falta de nutrientes no solo com adaptação para o sistema de produção orgânico.



**Figura 3.** Produtividade da soja adubação mineral e orgânica em função dos genótipos de soja.

Colunas com letras maiúsculas diferentes (cores diferentes) comparam entre adubação (mineral e orgânica), e letras minúsculas (mesma cor) comparam genótipos, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

## Conclusão

Concluiu-se com a pesquisa que o genótipo #UFU6 apresenta menor altura da planta, maior índice de área foliar e maior produtividade para a adubação orgânica na cultura da soja.

Para a adubação mineral não foi possível definir genótipo com produtividade superior.

A adubação orgânica foi superior em 50% na produtividade da soja para o genótipo #UFU6.

Foram gerados cinco híbridos F1 que serão usados para constituir as populações segregantes no programa de melhoramento da soja para o sistema de adubação orgânica.

## Referências

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 24 dez. 2003.

BRASIL. Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011 (Produção vegetal e animal) - Regulada pela IN 17-2014. **Diário Oficial da União**, 07 out. 2011, seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 2 de agosto de 2011. **Diário Oficial da União**, 03 ago. 2011, seção 1.

MARQUES, D. J.; BIANCHINI, H. C.; MACIEL, G. M.; MENDONÇA, T. F. N. de; SILVA, M. F. Morphophysiological changes resulting from the application of silicon in corn plants under water stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 41, n. 2, p. 569-584, 2021. DOI: 10.1007/s00344-021-10322-5.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Teste de ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. de; LOURENÇO, S. (coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, DF: EMBRAPA-SEA, 1991. 392 p. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 3).

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SOJA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NO SUDESTE ACREANO

FRANKE, I. L.<sup>(1)</sup>; MARINHO, J. T. DE S.<sup>(1)</sup>; LOCATELLI, M. C.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Acre, Rio Branco, AC; <sup>(2)</sup>Engenheiro-agrônomo e produtor rural

### Introdução

A soja é o principal grão produzido no Brasil, com retorno econômico atrativo e cadeia produtiva consolidada, fazendo do país o maior produtor mundial da cultura.

A partir do ano de 2018 houve a expansão gradativa do plantio de soja no Acre com 500 hectares de extensão, saltando para 12 mil hectares no ano de 2023 e cerca de 17 mil hectares em 2024, apresentando produtividades médias semelhantes à média nacional (IBGE, 2024), concentrando os plantios no sudeste acreano, nos municípios de Senador Guiomard Santos, Plácido de Castro, Capixaba, Rio Branco, Porto Acre, Xapuri e Epitaciolândia, ao longo da rodovia federal BR-317, com poucas áreas na rodovia federal BR-364, confluência com a BR-317, caracterizadas por apresentarem solos predominantes do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo e Vermelho e Latossolo Vermelho Amarelo e Vermelho, com textura argilosa e média (Franke et al., 2023).

De acordo com o Zoneamento Ecológico Econômico do Acre, as áreas onde tem ocorrido a expansão do cultivo da soja estão de acordo com as áreas aptas e recomendadas para o cultivo de grãos no estado (Acre, 2021).

Em decorrência da crescente demanda do mercado da soja, os produtores buscam inovações tecnológicas para incrementar a produção, sendo o uso de cultivares melhoradas geneticamente um caminho rápido para o aumento da produtividade.

A Embrapa dispõe de um amplo portfólio de cultivares de soja, sendo necessário o teste das mesmas em diferentes condições edafoclimáticas.

Objetiva avaliar o desempenho produtivo de cultivares de soja da Embrapa, com tecnologia IPRO, sob diferentes espaçamentos no sudeste acreano, visando obter informações sobre a adaptabilidade às condições locais.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra 2023/2024, em área de produtor rural parceiro da Embrapa, no município de Porto Acre-AC, no sudeste acreano, coordenadas 9°51'25.7" S e 67°28'41.2" W, em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico LATOSSÓLICO com as seguintes características: pH<sub>CaCl2</sub>= 5,6; M.O.= 2,1 dag/kg; P Melich1= 13,2 mg dm<sup>-3</sup>; K=5,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca= 4,5Bcmolc dm<sup>-3</sup>; Mg= 3,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al + H= 3,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; V= 49,5%.

O padrão climático com base na tipologia de Köppen, adaptada por Martorano et al. (2017), descreve a área com moderada estação seca e ocorrência de precipitação média mensal inferior a 60 mm pertencente à tipologia Am3. A área de estudo está regida por duas tipologias climáticas Am4 e Aw4 reforçando que o volume de chuva anual varia entre 1.500 mm e 2.000 mm.

O trabalho foi conduzido em faixas (com duas densidades de plantio) e três repetições e os tratamentos as cultivares: BRS 5980 IPRO (GMR 6.9), BRS 1061 IPRO (GMR 6.9), BRS 1064 IPRO (GMR 7.0), BRS 7881 IPRO (GMR 7.8), BRS 7981 IPRO (GMR 7.9) e BRS 8383 IPRO (GMR 8.3) em plantio direto em área cultivada com milho e soja nos dois anos anteriores, com área calcareada de acordo com recomendação da análise de solo, adubação de base de 200 kg/ha de MAP 11-52-00 e 140 kg/ha de KCL 00-00-60, inoculantes em sementes, aplicação de defensivos e demais insumos, manejos e tratos culturais correntes.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ajustado ( $p < 0,05$ ).

Foram testadas duas densidades de semeadura (15,03 sementes e 11,70 sementes por metro linear). Foram plantados 2 parcelões com cada cultivar nos dois espaçamentos, medindo 4 metros de largura por 16 metros de comprimento, arranjados sequencialmente, lado a lado, numa sequência crescente de GMR. As parcelas possuíam oito linhas com 16 metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,50 metros. A parcela útil constituiu-se de duas 2 linhas com 4 metros de comprimento, sendo na coleta excluída as duas linhas da extremidade, realizando-se três coletas por parcela, nas linhas centrais.

Na avaliação das características produtivas, se coletou quatro plantas na área útil de cada parcela experimental. Após a avaliação, os pesos dos grãos das quatro plantas foram acrescidos ao peso da parcela útil para se avaliar a produtividade de grãos. Avaliou-se o estande e a produtividade de grãos. Para a produtividade de grãos, pesou-se a parcela útil, determinou-se a umidade e, após sua correção para 13% de umidade, base úmida, transformou-se os dados para quilogramas de soja por hectare.

## Resultados e Discussão

As cultivares BRS 7881 IPRO e BRS 1061 IPRO, nos espaçamentos de 11,70 sementes/metro linear, apresentaram diferença significativa para as demais cultivares, com relação à produtividade, apresentando desempenhos superiores às demais, com 4.760,5 kg/ha ou 79,3 sacas/ha, e 4.648,4 kg/ha ou 77,5 sacas/ha, respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1.** Estande (mil plantas/ha) e produtividade (kg/ha) de genótipos de soja avaliados em duas densidades de semeadura.

Genótipos	Densidade de semeadura (sementes/m linear)			
	15,3		11,7	
	Estande (n° x mil plantas/ha)		Produtividade (kg/ha)	
BRS_1061 IPRO	202,5±80,4 aA	156,7±60,1 aB	5244,1±145,6 aA	4648,3±36,6 aA
BRS_1064 IPRO	145,8±117,6 aB	105,0±38,2 aD	4268,3±450,9 aA	3588,6±142,5 aB
BRS_5980 IPRO	158,3±110,2 aB	145,0±114,6 aC	4268,3±111,5 aA	3930,3±185,2 aB
BRS_7881 IPRO	231,7±219,1 aA	206,7±30,1 aA	4377,9±220,8 aA	4760,5±65,4 aA
BRS_7981 IPRO	220,8±160,9 aA	190,0±43,3 aA	3746,3±121,6 aB	3652,2±182,7 aB
BRS_8383 IPRO	121,7±60,1 aD	106,7±194,9 aD	4770,1±206,8 aA	3727,4±606,1 bB

\*médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ( $p < 0,05$ )

No espaçamento de 15,03 sementes/metro linear, a maioria das cultivares não diferiram estatisticamente entre si, à exceção da BRS 7981 que apresentou desempenho inferior (Tabela 1).

Quanto ao estande de plantas, houve destaque para as cultivares BRS 7881 IPRO, BRS 7981 IPRO e BRS 1061 IPRO, que diferiram estatisticamente das demais cultivares, apresentando número de plantas superior, no espaçamento de 15,03 sementes/metro linear (Tabela 1).

No espaçamento de 15,03 sementes/metro linear, as cultivares BRS 7881 IPRO e BRS 7981 IPRO, apresentaram desempenho superior, com estande final de 206,7 mil plantas/ha e 190,0 respectivamente, diferindo estatisticamente entre as demais (Tabela 1).

As cultivares BRS 1061 IPRO e BRS 7881 IPRO, nos espaçamentos de 15,03 sementes/metro linear (estande final de 202,5 mil plantas/ha e produtividade de 5.244,1 kg/ha ou 87,4 sacas/ha) e 11,70 sementes/metro linear (estande final de 206,7 mil plantas/ha, e produtividade de 4.760,5 kg/ha ou 79,3 sacas/ha), apresentaram desempenho superior, quando comparado às demais cultivares (Tabela 1).

Embora estatisticamente a cultivar BRS 5980 IPRO não tenha se destacado em termos de produtividade, a mesma apresentou-se com excelente precocidade, porte ereto, baixo acamamento e o mais baixo GMR mostrando-se bastante promissora para antecipação de plantio de milho de segunda safra e colheita antecipada.

A cultivar BRS 7881 IPRO, apresentou incremento exponencial na produtividade de grãos em função da diminuição da densidade de semeadura e estande final, e apresentou melhor produtividade.

Embora o estande da cultivar BRS 7981 IPRO se apresentou satisfatório, não houve correspondência com a produtividade. E na proporção inversa, a cultivar BRS 8383 IPRO que apresentou estande baixo, com problemas de ocorrência de ervas daninhas e acamamento, sua produtividade superior surpreendeu, dispendendo observações futuras quanto ao seu comportamento e para melhoramento, visando adaptação ao ambiente local.

## Conclusão

As cultivares BRS 1061 IPRO e BRS 7881 IPRO se mostraram promissoras nas condições edafoclimáticas do sudeste acreano, pelas suas características agrônômicas desejáveis e satisfatória produtividade.

## Agradecimentos

Ao produtor rural parceiro Fábio Ricardo Franco, seus familiares e colaboradores, pela sessão da área e apoio na condução do experimento.

## Referências

ACRE (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e das Políticas Indígenas. **Zoneamento ecológico-econômico do Acre - Fase III**: escala 1:250.000: documento-síntese. Rio Branco, AC, 2021. 161 p.

FRANKE, I. L.; MARINHO, J. T. de S.; AMARAL, E. F. do. Pesquisa e extensão do cultivo da soja no estado do Acre. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 38., 2023, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina, PR: Embrapa Soja, 2023. p. 213-215.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 maio. 2024.

MARTORANO, L. G.; VITORINO, M. I.; SILVA, B. P. P. C.; MORAES, J. R. da S. C.; LISBOA, L. S.; SOTTA, E. D.; REICHARDT, K. Climate conditions in the Eastern Amazon: rainfall variability in Belem and indicative of soil water deficit. **African Journal Agricultural Research**, v. 12, n. 21, p. 1801-1810, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11801>.

## CONSTRUÇÃO DE VETOR CRISPR/Cas COM DUPLO gRNAs PARA EDIÇÃO DE DICOTILEDÔNEAS

SILVA, A. M. V.<sup>(1)</sup>; SOUZA, E. M. G.<sup>(1)</sup>; MARIN S. R. R.<sup>(2)</sup>; NEPOMUCENO, A. L.<sup>(2)</sup>; MERTZ-HENNING, L. M.<sup>(2)</sup>  
<sup>(1)</sup>Universidade Estadual de Londrina; <sup>(2)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR.

### Introdução

A soja, sendo rica em proteínas de alta qualidade e contendo aminoácidos essenciais, destaca-se como uma importante fonte alimentar. Suas sementes possuem a maior concentração de proteínas entre as leguminosas, o que faz com que a mesma seja o principal componente da alimentação animal na forma de farelo (Cabanos et al., 2021).

O sistema CRISPR/Cas é uma ferramenta utilizada na edição de genomas, que pode ser aplicada para o melhoramento genético da soja, sendo a enzima Cas9 a mais comumente empregada, derivada da *Streptococcus pyogenes* (SpCas9). Essa enzima realiza a clivagem do DNA na presença da sequência “NGG” e do RNA guia (gRNA), o qual direciona a Cas9 para o local específico do genoma o qual se deseja editar. Posteriormente, mecanismos de reparo celular são acionados, e com isso, mutações podem ser introduzidas de modo direcionado, podendo levar a deleção, substituição, ou inserção de nucleotídeos. Esse sistema de edição permite o aprimoramento de diversas características vegetais e está impulsionando o desenvolvimento de germoplasma com características superiores (Yao et al., 2023).

O uso de gRNA duplo para edição de um mesmo gene, otimiza o *screening* das plantas oriundas da cultura de tecidos, pois possibilita a deleção de grandes fragmentos do gene de interesse, facilitando o processo de caracterização molecular das plantas editadas, por meio de reação da polimerase em cadeia (PCR), seguido de eletroforese em gel de agarose (Zhao et al., 2016).

O objetivo deste estudo foi realizar a construção de vetor com duplo gRNA para edição de um único gene, utilizando o sistema de edição CRISPR/Cas9.

### Material e Métodos

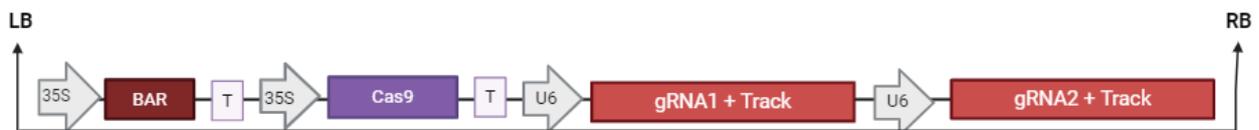
A sequência do gene alvo da edição, que consiste em um gene que codifica para a presença de fatores antinutricionais da soja, foi obtida a partir do banco de dados do Phytozome, utilizando a versão mais recente do genoma de soja disponível, *Glycine max* Wm82 a6.v1 (Phytozome v13).

Posteriormente, foram desenhados os gRNAs para direcionar a enzima Cas9 ao gene alvo para edição, por meio do software CCTop, que garante uma alta probabilidade de sucesso na edição e evita a presença de off-targets (modificações genéticas fora do alvo). Para síntese dos gRNAs, foram incluídos os sítios das enzimas de restrição presentes no vetor para permitir a inserção no vetor a ser utilizado na transformação.

O vetor, voltado para o silenciamento gênico via CRISPR é composto por elementos para expressar a enzima Cas9 controlada pelo promotor 35S do vírus do mosaico do couve-flor (CaMV), a sequência do gene *Bar* (marcador de seleção) que confere resistência ao herbicida glufosinato de amônio, também sob controle do promotor 35S, e os dois gRNAs do gene alvo a ser editado, sob controle do promotor U6 de *Arabidopsis thaliana*. Os gRNAs foram clonados nesse vetor binário, capaz de se replicar tanto em *Escherichia coli* quanto em *Agrobacterium tumefaciens*.

A sequência do gRNA1 foi inserida no vetor entre os sítios de restrição *BsmBI*, enquanto a sequência do promotor U6 + gRNA 2 foi inserida entre os sítios de restrição *Sall* e *KpnI*. A inserção desses gRNAs ocorreu da seguinte forma:

A sequência dos gRNAs foram fosforiladas para permitir a formação do duplex e a preparação das extremidades para ligação do gRNA ao vetor. O vetor foi linearizado usando a enzima *BsmBI*. Foi então realizada a eletroforese em gel de agarose 1% com tampão TBE1X e o fragmento referente ao vetor linearizado foi purificado usando o Kit de Purificação de gel Wizard SV Gel and PCR Clean Up System Promega, conforme o protocolo do kit. O vetor purificado foi quantificado usando espectrofotômetro NanoDrop para determinar a quantidade de vetor linear a ser usada para a ligação de cada um dos gRNAs, usando a enzima T4 ligase. O fragmento correspondente ao promotor U6+gRNA2+Track foi amplificado por PCR, em seguida foi realizada a digestão com as enzimas de restrição *Sall* e *KpnI*, tanto do *amplicon* como do vetor contendo o gRNA1. Por fim foi realizada a reação de ligação com T4 Ligase entre o vetor linear contendo o gRNA1 e o fragmento U6+gRNA2+Track. O produto final de ligação dos gRNAs ao vetor é apresentado na Figura 1.



Fonte – próprio autor

**Figura 1.** Cassete de expressão (Vetor) composto de: LB (borda esquerda) - promotor 35S, gene marcador Bar, terminador, promotor 35S, enzima Cas9, terminador, promotor de ubiquitina, RNA guia 1, promotor de ubiquitina RNA guia 2, RB (borda direita).

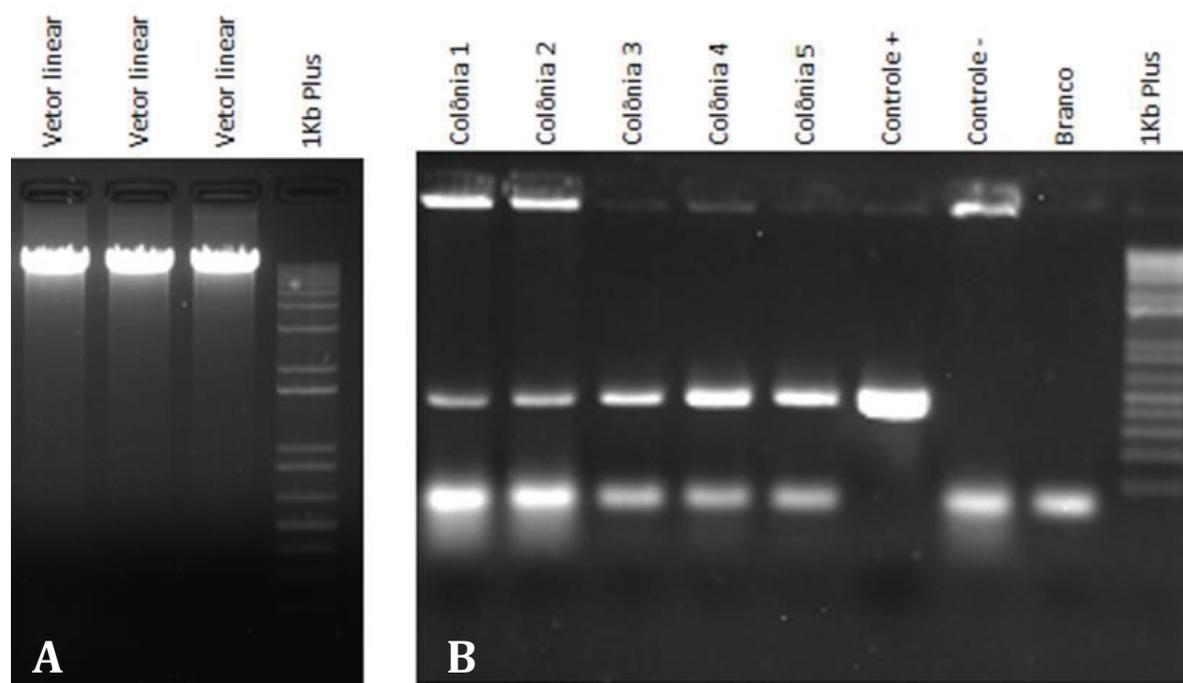
Para a clonagem do vetor, células competentes de *E. coli* e o vetor contendo os gRNAs previamente ligados foram adicionadas a um microtubo, e mantidas em repouso por 30 minutos. Posteriormente a clonagem foi realizada através de choque térmico em banho-maria a 45°C por 90 segundos, seguido por um banho de gelo por 90 segundos. Na sequência foi adicionado meio Luria Bertani (LB) aos microtubos, que foram então incubados em um agitador orbital do tipo shaker, a 180 rpm a 37°C por 1 hora, para permitir a multiplicação dos plasmídeos. Os plasmídeos foram centrifugados a 3.000 rpm por 1 minuto para concentrar as células de *E. coli*, que em seguida foram plaqueadas em meio LB contendo 50µg.mL<sup>-1</sup> de espectinomicina, para seleção das colônias recombinantes. As placas foram incubadas a 37°C durante 16 horas.

A seleção de colônias recombinantes foi realizada por PCR da região do promotor e do gRNA, seguida de visualização por eletroforese em gel de agarose a 1%. Foi selecionada uma colônia recombinante para extração do DNA plasmidial, a ser usada na transformação de *A. tumefaciens* através de choque térmico. Após confirmação de colônias recombinantes em *A. tumefaciens*, o vetor foi empregado na transformação de soja visando o silenciamento gênico.

## Resultados e Discussão

No processo de transformação de plantas, a construção de um vetor otimizado que contenha todos os elementos necessários para expressão da maquinaria de edição, é essencial para obter o resultado esperado. A linearização do vetor através de digestão com enzima de restrição possibilitou gerar as extremidades coesivas necessárias para introdução do gRNA (Figura 2A).

A clonagem, com a inserção de gRNAs duplos, foi confirmada por meio de PCR de colônias e eletroforese em gel de agarose utilizando primers que se anelam na região do promotor e da enzima Cas9 e na região dos gRNAs. Conforme observado na Figura (2B) observou-se as bandas correspondendo ao tamanho do fragmento esperado de 564pb, o que demonstra que o gRNA foi clonado de forma eficiente.



**Figura 2.** A) Eletroforese em gel correspondente a linearização do vetor. B) Eletroforese em gel correspondente às ligações realizadas do vetor e dos gRNAs. A reação de ligação foi utilizada como controle positivo, como controle negativo foi utilizado o vetor vazio e como branco reação sem DNA.

A possibilidade de utilizar um vetor modular que possibilita a troca do gRNA é uma estratégia eficiente e que reduz custos quando comparada à síntese química por empresas especializadas. Na literatura, essa estratégia vem sendo adotada em plantas de espécie modelo como *A. thaliana* (Stuttman et al., 2021), bem como, em culturas de importância agrícola como a soja (Mallet et al., 2019). Neste trabalho foi possível demonstrar a aplicabilidade desta estratégia em um vetor para transformação mediada por *A. tumefaciens*. O emprego de vetores com gRNA duplos fornece uma plataforma poderosa para gerar edições de grandes fragmentos, pois aumenta a probabilidade de silenciamento do gene de interesse, uma vez que quanto maior o fragmento editado, maior a chance de obter o fenótipo esperado, além de otimizar o *screening* das plantas editadas através de PCR e eletroforese selecionando apenas plantas editadas para posterior sequenciamento (Zhao et al., 2016).

## Conclusão

Neste trabalho foi possível realizar com sucesso a construção de vetor com duplo gRNA para expressão do sistema CRISPR/Cas em dicotiledôneas como a soja, com potencial de otimizar o *screening* das plantas editadas.

## Referências

CABANOS, C.; MATSUOKA, Y.; MARUYAMA, N. Soybean proteins/peptides: a review on their importance, biosynthesis, vacuolar sorting, and accumulation in seeds. **Peptides**, v. 143, 170598, 2021. DOI: 10.1016/j.peptides.2021.170598.

MALLET, D. R.; CHANG, M.; CHENG, X.; BEZANILLA, M. Efficient and modular CRISPR-Cas9 vector system for *Physcomitrella patens*. **Plant Direct**, v. 3, n. 9, e00168, 2019. DOI: 10.1002/pld3.168.

STUTTMANN, J.; BARTHEL, K.; MARTIN, P.; ORDON, J.; ERICKSON, J. L.; HERR, R.; FERIK, F.; KRETSCHMER, C.; BERNER, T.; KEILWAGEN, J.; MARILLONNET, S.; BONAS, U. Highly efficient multiplex editing: one-shot generation of 8x *Nicotiana benthamiana* and 12x *Arabidopsis* mutants. **Plant Journal**, v. 6, n. 1, p. 8-22, 2021. DOI: 10.1111/tpj.15197.

YAO, D.; ZHOU, J.; ZHANG, A.; WANG, J.; LIU, Y.; WANG, L.; PI, W.; LI, Z.; YUE, W.; CAI, J.; LIU, H.; HAO, W.; QU, X. Advances in CRISPR/Cas9-based research related to soybean [*Glycine max* (Linn.) Merr] molecular breeding. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, 1247707, 2023. DOI: 0.3389/fpls.2023.1247707.

ZHAO, Y.; ZHANG, C.; LIU, W.; GAO, W.; LIU, C.; SONG, G.; LI, W.; MAO, L.; CHEN, B.; XU, Y.; LI, X.; XIE, C. An alternative strategy for targeted gene replacement in plants using a dual-sgRNA/Cas9 design. **Scientific Report**, v. 6, 23890, 2016. DOI: 10.1038/srep23890.

## DESEMPENHO AGRONÔMICO DE LINHAGENS EDITADAS DE SOJA PARA SILENCIAMENTO GÊNICO DA LECTINA NO GRÃO

SOUZA, E. M. G.<sup>(1)</sup>; SILVA, A. M. V.<sup>(1)</sup>; KAFER, J. M.<sup>(1)</sup>; MERTZ-HENNING, L. M.<sup>(2)</sup>; FOLONI, J. S. S.<sup>(2)</sup>  
<sup>(1)</sup>Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR.

### Introdução

A produção nacional de soja (*Glycine max L. Merrill*) é principalmente direcionada à extração de óleo e farelo, sendo esse o mais utilizado na indústria de ração animal (Silva 2023). Para essa finalidade específica, a soja requer tostagem, especialmente quando destinada à alimentação de animais monogástricos, devido à presença de compostos antinutricionais que prejudicam a absorção e utilização de nutrientes, comprometendo assim o valor nutricional do grão. Geralmente, os compostos antinutricionais presentes nas leguminosas são eliminados por tratamento térmico. Entretanto, esse processamento acarreta custos substanciais e pode resultar na perda de aminoácidos essenciais, afetando as propriedades nutricionais da soja (Pollonio, 2023).

Vários estudos têm demonstrado os efeitos adversos da utilização de soja crua para alimentação de animais monogástricos, como por exemplo alterações metabólicas no pâncreas, aumento na secreção enzimática, hipertrofia e hiperplasia, além da redução na taxa de crescimento (Carmo, 2023). A eliminação genética de fatores antinutricionais presentes no grão de soja é uma estratégia que pode contribuir para a redução dos custos associados ao processamento térmico e a melhoria da qualidade nutricional do farelo. Assim, para mitigar a presença desses antinutricionais na soja, foi desenvolvida por meio de edição gênica via CRISPR/Cas, uma linhagem de soja que apresenta silenciamento da lectina, considerado como um dos principais fatores antinutricionais do grão de soja.

Este estudo teve por objetivo comparar o desempenho agronômico da linhagem editada para silenciamento do gene da lectina no grão, com a respectiva cultivar convencional, a fim de identificar a presença de efeitos não intencionais em decorrência da manipulação genética.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante a safra 2023/2024 em uma área experimental da Embrapa Soja, localizada em Londrina, Paraná, Brasil (23° 10' S, 51° 11' W). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro blocos replicados. Cada bloco consistiu em quatro linhas de plantio de soja, cada uma com 6 metros de comprimento e espaçadas entre si por 0,5 metro, seguindo práticas de manejo agronômico recomendadas para a cultura da soja (Seixas et al., 2020). Para a condução do experimento, foram utilizados dois genótipos de soja: uma linhagem editada, na qual foi realizada a edição genética para redução do teor de lectina, e a cultivar controle BRS 537 (não editada).

As avaliações agronômicas foram realizadas em duas linhas centrais de cada parcela experimental, de cinco metros lineares. Para a obtenção dos dados de peso de mil grãos (PMS), foram coletadas amostras de grãos de cada parcela, sendo a média de peso de mil grãos calculada a partir das amostras. A nota visual de parcela (NV) foi atribuída visualmente, utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 correspondia a uma planta muito fraca e 5 a uma planta vigorosa e uniforme. Além disso, o acamamento (ACAM) foi determinado pela proporção de plantas tombadas em relação ao total de plantas na parcela. A altura da primeira vagem do caule (AV) foi medida do solo até a base da primeira vagem do caule em centímetros, enquanto a altura da planta (AP) foi medida do solo até o ponto mais alto da planta.

Após a coleta dos dados, estes foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises

estatísticas foram realizadas utilizando o ambiente estatístico R, versão 4.1.2 (R Core Team, 2021), através da interface R Studio, garantindo a robustez e precisão na interpretação dos resultados obtidos.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da comparação entre diferentes genótipos de soja, incluindo uma linhagem editada e a respectiva cultivar controle não editada (BRS 537). A produtividade média obtida para os dois genótipos ficou próxima a média do estado para a safra 2023/2024 que foi de aproximadamente 3170 kg/ha (Conab, 2024) e sem diferença estatística significativa entre a cultivares, ou seja, o silenciamento da lectina não afetou negativamente a produtividade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Nota visual de parcela (NV), acamamento (ACAM), altura de 1ª vagem do caule (AV), altura de planta (AP), peso de mil grãos (PMS) e produtividade de grãos (PROD) de genótipos de soja (linhagens editadas e cultivar controle) conduzidos na safra 2023/2024 em Londrina/PR.

Genótipo	NV	ACAM	AV (cm)	AP (cm)	PMS (g)	PROD (Kg/ha)
Editada	4,8125	1,125	20	105	171,64	3398,01
BRS 573	4,375	1,25	18,75	105	164,92	3480,60
CV (%)	6.57	14.89	9.12	2.75	2.64	5.62

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste t ( $p < 0,05$ ). \* e \*\* significativos a  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$  pelo teste F, respectivamente.

Os resultados indicam que não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis avaliadas quando se comparou a linhagem editada com a respectiva cultivar controle. Esse resultado demonstra que o silenciamento do gene da lectina não interfere nas características agrônomicas do material. Isso é desejável, pois uma das vantagens da edição gênica em comparação ao melhoramento clássico é a possibilidade de realizar mutação direcionadas, evitando o arraste de genes indesejáveis “*linkage drag*” que ocorre quando são utilizadas fontes antigas e genótipos não melhorados como parental (Távora, 2021). O fato de o gene silenciado ter uma função especializada no grão, diferente de outros genes da mesma família, favorece para que não ocorram efeitos indesejáveis em decorrência da modificação genética introduzida.

## Conclusão

Não foram observadas diferenças entre a cultivar editada e a respectiva cultivar convencional. Esse resultado demonstra que o silenciamento do gene da lectina não resultou em efeitos não intencionais nas características agrônomicas da soja avaliadas neste estudo.

## Referências

CARMO, M. R. **Avaliação nutricional da soja integral desativada em dietas sem e com enzima protease sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação.** 2023. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/URPE\\_8be603ee04ac3f8bda51d90d49d9b451](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/URPE_8be603ee04ac3f8bda51d90d49d9b451). Acesso em: 15 maio 2024.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, safra 2023/24, oitavo levantamento, v. 11, n. 8, maio 2024. 140 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em: 15 maio 2024.

POLLONIO, M. A. R. **Técnicas de preservação na produção de alimentos.** 2. ed. São Paulo: Senac, 2023. 141 p.

R Core Team. **R:** A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 maio 2024.

SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 347 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. Acesso em: 15 maio 2024.

SILVA, T. **Caracterização físico-química de grãos de soja de diferentes cultivares**. 2023. 31 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde. Disponível em: [https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3495/1/TC%20Taynara\\_Final.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3495/1/TC%20Taynara_Final.pdf). Acesso em: 15 maio 2024.

TÁVORA, F. T. P. **Development of blast resistant rice plants using the CRISPR / Cas9 system for genome editing**. 2021. 126 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.repositorio.ufjf.br:8080/jspui/bitstream/ufjf/13157/3/fabianotouzdzjianpinheirokohlrauschtavora.pdf>. Acesso em: 23 maio 2024.

## COMPETIÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA COM TECNOLOGIA INTACTA 2 XTEND® NO MÉDIO-NORTE DE MATO GROSSO

RAMOS JUNIOR, E. U.<sup>(1)</sup>; MOSCHEN, C. J.<sup>(2)</sup>; FRANCESCHINI, D. F. N.<sup>(3)</sup>; WRUCK, D.S.M.<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>Faculdade Anhanguera; <sup>(3)</sup>Centro Universitário Leonardo Da Vinci; <sup>(4)</sup>Embrapa Agrossilvipastoril.

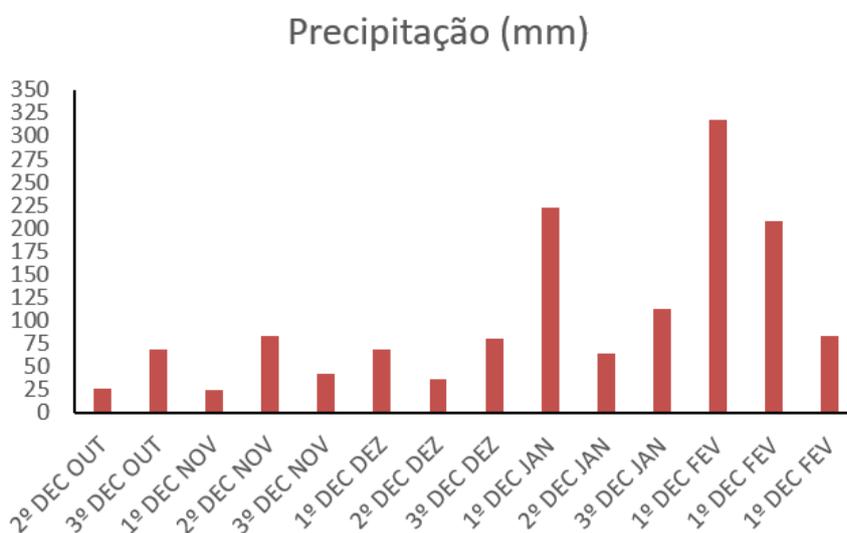
### Introdução

O estado de Mato Grosso é o maior produtor de soja do Brasil, tendo produzido na safra de 2022/2023 cerca de 45,6 milhões de toneladas em uma área de 12,09 milhões de hectares, com produtividade média de 3.773 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2024). Visando a contínua melhoria de todo o setor agrícola, que é o grande impulsionador econômico da região, a demanda e os investimentos em pesquisa e experimentação tem sido cada vez maiores. Com o intuito de se avaliar a produtividade de grãos de soja da tecnologia Intacta 2 Xtend®, instalou-se três experimentos no município de Sinop, no médio-norte mato-grossense, sendo o primeiro com 6 cultivares de ciclo precoce, o segundo com 7 cultivares de ciclo médio e o terceiro com 12 cultivares de ciclo tardio.

O objetivo do presente trabalho foi comparar a produtividade de grãos de soja das diferentes cultivares, respeitando-se os grupos de maturidade, em um solo de média fertilidade.

### Material e Métodos

O trabalho foi conduzido durante a safra 2023/2024, na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop/MT (11°86'00.5"S, 55°61'31.7"W) na região do Médio Norte de Mato Grosso, em Latossolo Vermelho-Amarelo com as seguintes características: pH<sub>CaCl2</sub> = 5,3; M.O.= 2,12 dag kg<sup>-1</sup>; PMelich1= 10,4 mg dm<sup>-3</sup>; K= 0,33 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca= 3,84 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg= 2,04 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al + H= 4,30 cmolc dm<sup>-3</sup>; V= 59,1%. O delineamento foi de blocos casualizados (DBC), com três repetições. A semeadura foi realizada no dia 20/10/2023, utilizando-se a densidade indicada para cada cultivar. A adubação de base foi de 500 kg ha<sup>-1</sup> de 00-20-20 e os manejos seguiram as recomendações da Embrapa. As parcelas foram constituídas por quatro linhas com seis metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,50 metros. Para a área útil da parcela, foram colhidas mecanicamente duas linhas centrais com 5 metros de comprimento. A Figura 1 apresenta os dados de precipitação ocorridos na área, durante o período de condução do experimento.



**Figura 1.** Precipitação pluvial (mm) durante o período de condução do experimento, por decêndio, de outubro de 2023 a fevereiro de 2024.

## Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os dados de peso de 100 grãos e de produtividade das cultivares precoces, da plataforma I2X. O peso de 100 grãos é governado geneticamente havendo, porém, pequenas variações, dependendo do ambiente, sendo parâmetro de avaliação da condução do trabalho. Quanto a produtividade de grãos, as cultivares DM72IX74 I2X, e M 6620 I2X apresentaram os maiores rendimentos, diferenciando-se, porém, somente de NEO 690 I2X. Apesar da baixa pluviosidade ocorrida, só se verificou valores de produtividade abaixo de 3800 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar NEO 690 I2X, com ciclo de 96 dias. Ressalta-se também ao fato de que o experimento foi conduzido em área de média fertilidade, sendo que, muitas vezes, cultivares precoce s são mais exigentes em fertilidade pela maior velocidade que se desenvolvem, podendo algumas cultivares não terem expressado todo o seu potencial produtivo pela mais baixa concentração de nutrientes disponíveis.

**Tabela 1.** Grau de maturidade relativa, ciclo, peso de 100 grãos e produtividade de grãos de soja de cultivares de soja da tecnologia I2X. Ciclo Precoce. Sinop, MT, 2024.

Tratamento	G.M.R	Ciclo (dias)	P100 (g)	PROD (Kg ha <sup>1</sup> )
CZ 37B39 I2X	7.3	103	17,1	4209 ab
DM 72IX74 I2X	7.2	100	16,4	4740 a
M 6620 I2X	7.1	98	15,8	4760 a
NEO 690 I2X	6.9	96	16,3	3699 b
NEO 720 I2X	7.2	100	16,9	4111 ab
NEO 761 I2X	7.4	105	16,4	3834 ab
<b>Média</b>	<b>-s</b>	<b>-</b>	<b>16,3</b>	<b>4226</b>
<b>C.V.(%)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8,00</b>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 2 apresenta os resultados de peso de 100 grãos e de produtividade para as cultivares de ciclo médio. Observou-se que DM 761C78 I2X sobressaiu-se das demais em produtividade, não diferenciando-se, porém, somente de CZ 47B74 I2X. A média geral foi de 4001 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que CZ 37B66 I2X, HO GUAPÓ I2X, M7601 I2X E TMG 22X77 I2X apresentaram valores abaixo da média.

**Tabela 2.** Grau de maturidade relativa, ciclo, peso de 100 grãos e produtividade de grãos de soja de cultivares de soja da tecnologia I2X. Ciclo Médio. Sinop, MT, 2024.

Tratamento	G.M.R	Ciclo (dias)	P100 (g)	PROD (Kg ha <sup>1</sup> )
CZ 37B66 I2X	7.6	106	17,9	3713 b
CZ 47B74 I2X	7.7	107	15,8	4152 ab
DAGMA 7621 I2X	7.6	106	16,9	4011 b
DM 761C78 I2X	7.6	106	14,8	4796 a
HO GUAPÓ I2X	7.7	107	16,6	3668 b
M 7601 I2X	7.6	106	15,1	3846 b
TMG 22X77 I2X	7.7	107	15,5	3820 b
<b>Média</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16,3</b>	<b>4001</b>
<b>C.V.(%)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>7,19</b>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 3 apresenta os resultados de G.M.R., ciclo, peso de 100 grãos e produtividade para cultivares I2X de ciclo tardio. Para a produtividade, BMX SPARTA I2X foi a mais produtiva, não se

diferenciando de AS3800 I2X, CZ 48B08 I2X, M8434 I2X e de ST822 I2X. Apresentaram produtividades abaixo da média as cultivares BMX ATAQUE I2X, CZ 48B01 I2X, CZ 58B48 I2X, DAGMA 8221 I2X, HO MUTUM I2X, NEO 810 I2X e TMG 22X83 I2X. Assim como nos demais materiais estudados, temos que salientar que cada cultivar se adapta melhor em determinada textura de solo e fertilidade, pelas suas próprias características genéticas de crescimento e adaptabilidade às situações de estresse, sendo que estas são ferramentas importantes para a estabilidade produtiva das fazendas. No planejamento, antes do cultivo, é consenso que se escolham cultivares mais exigentes e produtivas para os melhores talhões e algumas mais rústicas para os menos férteis ou menos argilosos, por exemplo. Nesse sentido, algumas cultivares são mais indicadas a solos de média fertilidade e se sobressaíram, enquanto que cultivares mais exigentes em alta fertilidade podem não ter atingido todo o seu potencial. Observou-se que mesmo havendo uma proximidade em relação as produtividades alcançadas, muitas vezes a redução do potencial produtivo e maior diferenciação entre as cultivares possa ter ocorrido em maior magnitude pela questão de fertilidade, do local em que foi conduzido e pelo estresse hídrico ocorrido na fase inicial de cultivo, do que pelo próprio potencial genético que apresentam.

**Tabela 3.** Grau de maturidade relativa, ciclo, peso de 100 grãos e produtividade de grãos de soja de cultivares da tecnologia I2X. Ciclo tardio. Sinop, MT, 2024.

Cultivares	G.M.R.	Ciclo (dias)	P100 (g)	PROD (kg ha <sup>1</sup> )
AS 3800 I2X	8.0	110	14,2	3905 abcde
BMX ATAQUE I2X	8.1	112	16,0	3706 cde
BMX SPARTA I2X	8.0	110	16,8	4462 a
CZ 48B01 I2X	8.0	110	16,1	3749 bcde
CZ 48B08 I2X	8.0	110	15,1	4307 ab
CZ 58B48 I2X	8.4	117	15,5	3615 cde
DAGMA 8221 I2X	8.2	115	16,3	3846 bcde
HO MUTUM I2X	8.1	112	15,8	3390 e
M 8434 I2X	8.4	117	14,5	4131 abc
NEO 810 I2X	8.1	112	15,9	3509 de
ST 822 I2X	8.2	115	16,5	4085 abcd
TMG 22X83 I2X	8.3	116	16,9	3837 bcde
<b>Média</b>	-	-	<b>15,81</b>	<b>3878</b>
<b>C.V.(%)</b>	-	-	-	<b>5,17</b>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Conclusões

A produtividade das cultivares foi satisfatória tanto para as de ciclo precoce quanto para as de ciclo médio e tardio, apesar da redução do volume de chuvas durante o início da safra, em função do “El Niño”.

Destacaram-se, entre as de ciclo precoce, as cultivares: DM 72IX74 I2X e M 6620 I2X. As mais produtivas de ciclo médio foram DM 76IX78 I2X e CZ 47B74 I2X. Já para as de ciclo tardio, destacaram-se, com maiores produtividades BMX SPARTA I2X, CZ 48B08 I2X, M 8434 I2X, ST 822 I2X e AS 3800 I2X.

## Referência

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, safra 2023/24, oitavo levantamento, v. 11, n. 8, maio 2024. 140 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos>. Acesso em: 15 maio 2024.



**Comissão de  
Nutrição Vegetal, Fertilidade  
e Biologia dos Solos**

## É VIÁVEL REDUZIR A ADUBAÇÃO NA SOJA EM UM CENÁRIO DE ALTA DOS PREÇOS DOS FERTILIZANTES?

CALONEGO, J. C.<sup>(1)</sup>; SILVA, A. O. DA<sup>(1)</sup>; MORAES, M. F. DE<sup>(1)</sup>; SILVA, G. F. DA<sup>(1)</sup>; FARIAS, B. R. R.<sup>(1)</sup>; ROBIS, G. M.<sup>(1)</sup>; SOARES, J. R. B.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP

### Introdução

Apesar da alta produção de grãos, o Brasil enfrenta grandes problemas relacionados com acidez e a baixa fertilidade dos solos cultivados. Nos últimos anos, o Brasil foi o país que mais importou fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos no mundo, o que torna a agricultura brasileira muito dependente do mercado externo e da valorização da moeda nacional frente ao dólar (Polidoro, 2017). De acordo com a Confederação Nacional da Agricultura, o fertilizante foi um dos produtos que registrou a maior elevação no preço internacional, sendo que em 2021 a elevação do preço foi superior a 100% em menos de 12 meses, e no início de 2022 sofreu novas altas causando significativa incerteza no setor agrícola mundial. Práticas de manejo do solo como aplicação de corretivos agrícolas (calcário) tem sido benéfica para contornar a crise dos fertilizantes. Contudo, ainda há poucas informações na literatura relacionadas à viabilidade produtiva e econômica da diminuição na adubação, em áreas de acidez corrigida, em sistemas de produção com soja e sorgo, especialmente em situação de alta dos preços dos fertilizantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de soja e sorgo e a eficiência econômica da produção dessas culturas sob o efeito da supressão total e parcial da adubação fosfatada e potássica em Latossolo Vermelho distroférico com e sem calagem.

### Material e Métodos

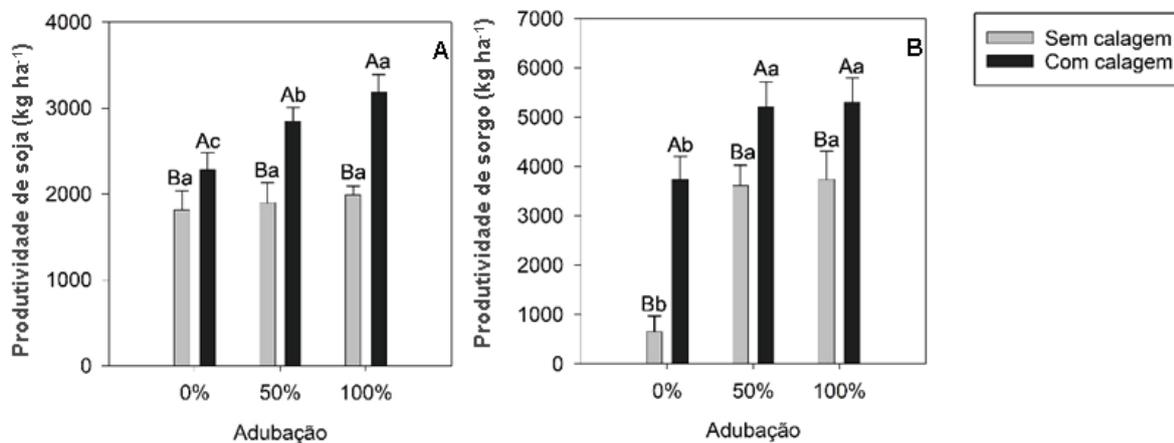
O experimento foi conduzido na Fazenda Lageado (FCA/UNESP-Botucatu) durante a safra verão 2022/23 e outono-inverno de 2023, em um Latossolo Vermelho distroférico, de textura argilosa. A área está localizada nas seguintes coordenadas, latitude 22°82' S, longitude 48°42' WGrw e altitude de 786 m, em condições de clima mesotérmico com inverno seco (CWa). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 3x2 e 4 repetições. O primeiro fator (adubação) foi constituído de três níveis de adubação mineral com P e K, 0%, 50% e 100% da dose recomendada para a cultura da soja. O segundo fator (calagem) foi constituído de aplicação ou não de calcário na dose de 3 Mg ha<sup>-1</sup>. A adubação foi realizada apenas na semeadura da soja, sendo utilizado o formulado NPK 0-20-20, nas doses de 0, 200 ou 400 kg ha<sup>-1</sup>, de acordo com os tratamentos 0, 50% e 100% da dose recomendada, respectivamente. A aplicação do calcário na dose de 3 Mg ha<sup>-1</sup> foi realizada após a análise de solo para fins de caracterização da fertilidade da área, 60 dias antes da semeadura da soja, em agosto de 2022. O calcário com PRNT de 84% foi aplicado a lanço, em superfície, sobre a palhada do milho cultivado na safra outono-inverno de 2022. Para o cultivo do sorgo não se utilizou adubação, sendo avaliado apenas o efeito residual da adubação realizada na soja. A soja (variedade NEO610 IPRO) foi semeada no dia 13 de outubro de 2022, com espaçamento entrelinhas de 0,45 m, visando uma população de 300 mil plantas por hectare. Já o sorgo granífero (AGROMEN 90G10) foi semeado no dia 18 de março de 2023, com espaçamento de 0,50 m, visando 150 mil plantas por ha<sup>-1</sup>.

No ponto de colheita da soja e do sorgo, foram coletadas amostras de plantas para fins de produtividade na área útil de cada parcela. Para os cálculos de custo de produção utilizou-se as despesas com custeio de lavoura (operações com máquinas e implementos, sementes, tratamento de semente, corretivo de solo, fertilizantes, defensivos agrícolas, inoculantes e adjuvantes), vigentes em agosto de 2022. Para cálculo de receita considerou-se os preços praticados

em abril de 2023 (para soja R\$160,00/saca) e em agosto de 2022 (para o sorgo R\$52,00/saca). Os dados de produtividade de grãos foram submetidos ao teste de normalidade e submetidos à análise de variância, com as médias comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Em área com calagem as produtividades de soja (Figura 1A) e sorgo (Figura 1B) foram maiores que na sem calagem, em todos os tratamentos de adubação com PK (50% e 100%) ou mesmo no tratamento sem adubação (0%). Para a soja, na ausência de calagem, a adubação com PK não alterou a produtividade de grãos, com média de 1900 kg ha<sup>-1</sup>. Na área com calagem, a adubação com 100% da dose de PK proporcionou maior produtividade de soja (3190 kg ha<sup>-1</sup>), seguida pela adubação com 50% da dose (2851 kg ha<sup>-1</sup>). Portanto, a diferença na produtividade de soja entre os tratamentos com 100% e 50% de PK, na área com calagem, foi de 338 kg ha<sup>-1</sup> (10,6%). Na comparação entre as áreas com e sem calagem, à medida que aumentou a dose de PK também aumentou a diferença na produtividade de grãos de soja, ou seja, com PK equivalente a 0%, 50% e 100% da dose as diferenças na produtividade de grãos foram de 471, 951 e 1201 kg ha<sup>-1</sup>, representando aumentos de 26, 50 e 60%, respectivamente. Para o sorgo, as maiores produtividades foram observadas nas doses de 50% e 100% da adubação recomendada, em área com calagem, apresentando médias de 5212 e 5303 kg ha<sup>-1</sup>, 31% e 30% superiores às obtidas com as mesmas doses na área sem calagem, respectivamente. Importante salientar que as produtividades de soja e de sorgo com calagem e sem adubação com PK foram equivalentes ou até mesmo superiores às obtidas com 50% e 100% de PK em área sem correção da acidez do solo.



**Figura 1.** Produtividade de soja (A) e de sorgo (B) em condição de ausência (0%), metade da dose (50%) e dose completa (100%) de fósforo (P) e potássio (K), em Latossolo Vermelho com e sem calagem.

Médias com letras iguais maiúsculas não diferem entre si na comparação entre área com e sem calagem dentro de cada dose de adubação com P e K. Médias com letras iguais minúsculas não diferem entre si na comparação entre as doses de adubação PK dentro de cada área envolvendo calagem (com ou sem), pelo teste t ( $p < 0,05$ ).

Independente da adubação praticada, a calagem aumentou a receita líquida do sistema de produção soja-sorgo em 101%. Na ausência de calagem, a maior receita líquida foi obtida com 50% da dose de PK, superando a receita obtida com o tratamento 100% de PK em R\$448,88. Quando foi feita a calagem, a maior receita líquida ocorreu com a dose de 100%, apesar da diferença para a dose de 50% ter sido de apenas R\$179,68. Com a calagem, o sistema soja-sorgo apresentou eficiência econômica média de 1,81 kg de grãos para cada R\$1,00 investido. Já no sistema sem calagem a eficiência média foi de apenas 1,20 kg/R\$. Em ambas as áreas (com e sem calagem) a maior eficiência econômica foi obtida com 50% da dose de PK (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtividade acumulada (soja+sorgo), receita bruta, receita líquida, custo de produção e eficiência econômica da produção de soja e sorgo granífero com 0, 50% e 100% da adubação recomendada nas áreas com (CC) e sem calagem (SC) na safra 2022/23.

Tratamentos	Produtividade acumulada	Receita bruta	Custos de produção*	Receita líquida**	Eficiência econômica
	kg/ha		-----R\$/ha-----	kg/R\$	
0%-SC	2468	5.403,29	2.932,00	2.471,29	0.84
50%-SC	5516	8.201,32	3.732,00	4.469,32	1.48
100%-SC	5735	8.552,44	4.532,00	4.020,44	1.27
0%-CC	6034	9.341,85	3.382,00	5.959,85	1.78
50%-CC	8064	12.120,55	4.182,00	7.938,55	1.93
100%-CC	8492	13.100,23	4.982,00	8.118,23	1.70

\* Preços referentes ao custeio de lavoura (insumos e operações manuais e mecanizadas) vigentes na região de São Paulo em agosto de 2022. \*\*Valor da saca de soja e de sorgo consideradas foram de R\$160,00 e R\$52,00, respectivamente.

## Conclusão

Para as condições edafoclimáticas em que foram realizadas o experimento, a calagem aumentou a produtividade da soja e do sorgo independente da adubação com P e K. Para a cultura da soja atingir a máxima produtividade, além da correção da acidez do solo, foi necessário o fornecimento da dose completa de P e K. No entanto, a redução em 50% da dose de P e K na soja não alterou as produtividades de sorgo granífero em sucessão, tanto na área com e sem calagem.

Com os preços praticados durante a realização desta pesquisa, apesar da menor eficiência econômica de produção acumulada de grãos de soja e sorgo (kg/R\$) com a dose de 100% de PK, o uso da dose completa de P e K se mostrou viável quando se fez uso de corretivo de acidez do solo, proporcionando maior retorno financeiro (receita líquida). Porém, em um cenário de escassez e pouca oferta de fertilizantes no mercado, como foi a safra 2022/23, a redução em 50% da dose de PK, por uma safra de soja, em solo com pH corrigido, permitiu atingir em torno de 97% da receita líquida máxima do sistema soja-sorgo. Porém, em caso de solo com acidez não corrigida, pode ser financeiramente viável reduzir a dose de PK pela metade, em um cenário de alta dos preços dos fertilizantes, como foram as condições impostas nessa pesquisa.

## Referências

POLIDORO, J. C. Dependência externa de fertilizantes é debatido em audiência pública. **Embrapa Notícias**. 24 nov. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30098853/dependencia-externa-de-fertilizantes-npk-e-debatida-em-audiencia-publica>. Acesso em: 23 dez. 2023.

## MOBILIDADE DO BORO NA SOJA: ESTUDO DE CASO NA ANATOMIA DO NÓDULO

SANTOS, Y. G.<sup>(1)</sup>; OLIVEIRA, G. R.<sup>(2)</sup>; OLIVEIRA, R. H. F.<sup>(1,3)</sup>; TEZOTTO, T.<sup>(2)</sup>; MARQUES, J. P. R.<sup>(1)</sup>

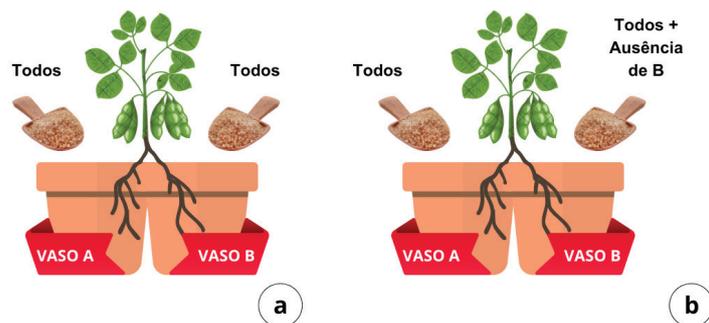
<sup>(1)</sup>Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade São Paulo; <sup>(2)</sup>Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade São Paulo; <sup>(3)</sup>Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo

### Introdução

O boro (B) destaca-se como elemento essencial para a estabilidade e função das membranas e paredes celulares (Cakmak et al., 2023). Desde a década de 90 tem se discutido sobre a mobilidade do boro: se restrita à rota transpiratória do xilema ou se associada ao transporte via floema (Brown; Shelp, 1997). Na cultura da soja, a deficiência de boro aparece inicialmente causando um anormal e lento desenvolvimento dos pontos de crescimento apical, os folíolos das folhas novas são deformados, enrugados e ficam mais espessos e de coloração verde azulado escuro. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi avaliar a mobilidade do boro via aplicação no solo e transporte entre regiões do sistema radicular por meio da análise da anatomia do nódulo como um marcador de mobilidade do boro entre as regiões radiculares.

### Materiais e Métodos

Foram conduzidos experimentos com a divisão do sistema radicular em plantas de soja. Neste caso, o controle (Figura 1A) consistiu de plantas de soja cv. NEO 530 IPRO com as raízes particionadas crescidas em vermiculita e irrigadas com solução completa de Hoogland. No tratamento 2 (Figura 1B) uma das porções do sistema radicular foi mantida com a solução de Hoogland com ausência de boro, enquanto a outra parte da raiz com solução completa, visando entender se houve a mobilidade e desenvolvimento do nódulo entre as porções da raiz. O experimento foi conduzido em cultivo protegido, no Departamento de Ciência do Solos na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições.



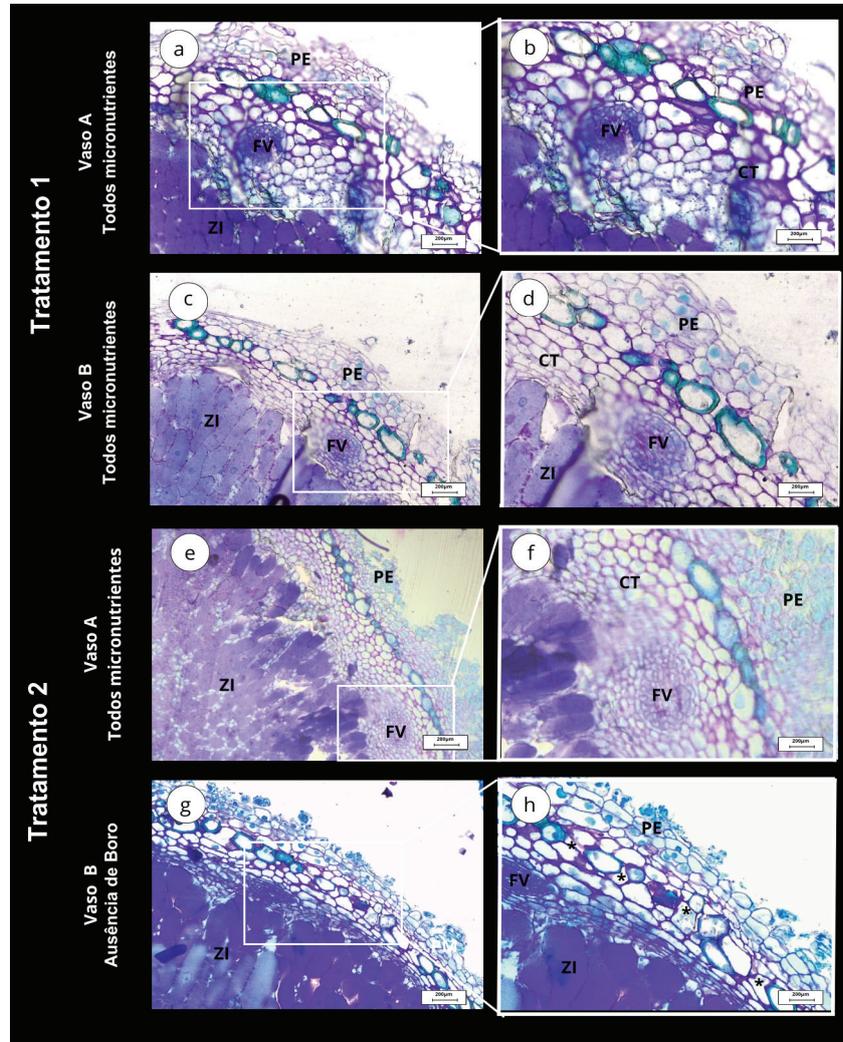
**Figura 1.** Tratamentos utilizados no sistema de divisão de raiz para avaliar a mobilidade de boro. A) Tratamento controle, contendo todos micronutrientes; B) Tratamento com ausência de boro.

As amostras foram processadas para análise da anatomia vegetal seguindo a metodologia da Marques e Nuevo (2022). Foram coletadas amostras de nódulos de cada cinco repetições das raízes. As mesmas foram fixadas em solução de Karnovsky, em seguida passou por desidratação em etanol (30%, 50%, 70%, 90% e 100%), por 15 min e em seguida, pelo processo de infiltração, nas seguintes proporções etanol:historesina (2:1) 1 hora, etanol:historesina (1:1) 1 hora e historesina pura por 1 hora (Marques; Soares, 2022).

A amostra foi polimerizada em endurecedor e historesina (Leica Historesin) por 24 horas e os blocos contendo nódulos de soja foram seccionados em micrótomo (7µm). Os cortes foram depositados em lâminas, e em seguida coradas em azul de toluidina. A análise das lâminas foi feita ao microscópio de luz Leica DM500.

## Resultados e Discussão

No tratamento 1, onde todos os vasos foram nutridos com solução completa de Hoogland os nódulos da soja possuíam formato esférico e quando colhido apresentou coloração vermelho-rosada. Os nódulos apresentaram uma zona central composta por células infectadas (células contendo bacteroides) e não infectadas e uma região externa denominada zona cortical com camada esclerificada, Toda a superfície do nódulo é revestida por uma periderme (Figura 2 A-D).



**Figura 2.** Seções transversais de nódulos de soja (cv. NEO 530 IPRO) corados com azul de toluidina. A a F) nódulo com todos micronutrientes, detalhe mostrando periderme (PE), feixe vascular (FV), zona de infecção (ZI) com células infectadas (roxas) e córtex (CT). G-H) nódulo com ausência de boro, detalhe mostrando periderme, feixe vascular, zona de infecção e córtex. Notar a periderme com pouca atividade e amplos espaços intercelulares no córtex.

As análises anatômicas dos nódulos em seções transversais de plantas que cresceram em diferentes doses de B demonstraram as principais diferenças associadas à zona cortical. A região externa dos nódulos, é composta por uma região interna e externa e uma camada esclerificada. Os nódulos, com ausência de B apresentam células parenquimatosas com amplos espaços intercelulares, alteração nos esclerides e menor atividade do felogênio, produzindo uma periderme menos pronunciada (Figura E-H), demonstrando que o B não influenciou no desenvolvimento dos nódulos dos vasos onde o elemento foi removido da solução.

Isso implica a informação que o manejo adequado do solo com Boro deve ser homogêneo, caso contrário, não há remobilização entre os compartimentos das raízes o que implica na formação de nódulos com alterações na sua porção cortical e de revestimento que pode, por sua vez, promover redução na fixação biológica do nitrogênio (Bonilla; Bolaños, 2004).

## Conclusão

Os resultados obtidos sugerem a baixa ou não mobilidade do boro (entre as raízes) fazendo com que ele não atinja regiões de raízes não nutridas afetando o desenvolvimento dos nódulos.

## Referências

BONILLA, I.; BOLAÑOS, L. Boron-calcium relationship in biological nitrogen fixation under physiological and salt-stressing conditions. In: DRIS, R.; JAIN, S. M. (ed.). **Production practices and quality assessment of food crops**. New York: Springer, 2004. p. 139-170.

BROWN, P. H.; SHELP, B. J. Boron mobility in plants. **Plant Soil**, v. 193, p. 85-101, 1997.

CAKMAK, I.; BROWN, P.; COLMENERO-FLORES, J. M.; HUSTED, S.; KUTMAN, B. T.; NIKOLIC, M.; RENGEL, Z.; SCHMIDT, S. B.; ZHAO, F. J. Micronutrients. In: RENGEL, Z.; CAKMAK, I.; WHITE, P. J. (ed.). **Marchner's Mineral Nutrition of Plants**. 4<sup>th</sup> ed. Cambridge: Academic Press, 2023. p. 283-385.

MARQUES, J. P. R.; NUEVO, L. G. Double-staining method to detect pectin in plant-fungus interaction. **Jove - Journal of Visualized Experiments**, Feb. 4th, 2022. (video, 06:39 min). DOI: 10.3791/63432-v.

MARQUES, J. P. R.; SOARES, M. K. M. **Handbook of techniques in plant histopathology**. New York: Springer Nature, 2022. 80 p.

# MANEJO DE NUTRIÇÃO FOLIAR COM BORO E EXTRATO DE ALGAS NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA

PEREIRA, M. H. B.<sup>(1)</sup>; PINTO, S. S.<sup>(1)</sup>; MACIEIRA, G. A. A.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Prime Agro Produtos Agrícolas Ltda, Toledo, PR.

## Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) apresenta origem asiática e pertence à família Fabaceae, sendo a principal cultura produzida no Brasil. A oleaginosa apresenta grande versatilidade de uso, tornando o cultivo ainda mais importante (Borges et al., 2017).

De acordo com Malavolta (2006) o boro é o micronutriente cuja deficiência é a mais comum em uma série de culturas no Brasil. Nas condições brasileiras, em que os solos são em sua maioria ácidos, o boro é absorvido pelas plantas principalmente na forma de ácido bórico  $B(OH)_3$ , o qual é uma molécula não iônica, muito móvel no solo e conseqüentemente altamente lixiviável. Nas plantas o boro tem várias funções, dentre as quais podem-se destacar a participação na síntese e estrutura da parede celular; transporte de açúcares; lignificação; respiração; metabolismo de fenóis e ácido indol acético (AIA); frutificação e crescimento de tubo polínico. O uso de extrato de algas desempenha papel essencial na promoção do crescimento e desenvolvimento adequado das plantas, atuando como agente estimulante no sistema vegetal. Além disso, funciona como um agente antiestressante, fortalecendo o sistema antioxidante das plantas e aumentando sua resistência a condições adversas (Carvalho; Castro, 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de adubação foliar com o micronutriente associado a extrato de algas, sobre parâmetros de produtividade da cultura da soja.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante a safra 2023/2024 e as aplicações dos tratamentos ocorreram no período reprodutivo da cultura da soja, de dezembro de 2023 a fevereiro de 2024, na Fazenda Cantina, Vazante, MG. O solo da área foi identificado como Latossolo Vermelho distroférrico e apresentava os seguintes atributos, na camada de 0 a 20 cm, antes da implantação do experimento: 30,61 g  $dm^{-3}$  de matéria orgânica; 6,31 de pH em  $H_2O$ ; 13,22 mg  $dm^{-3}$  de P-Rem; 0,37  $cmol_c dm^{-3}$  de K; 6,40  $cmol_c dm^{-3}$  de Ca; 2,70  $cmol_c dm^{-3}$  de Mg; 0,65 mg  $dm^{-3}$  de B e 12,15  $cmol_c dm^{-3}$  de CTC.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: 1 - testemunha; 2 - Nutre Boro SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R1, 3 - Nutre Boro SC<sup>®</sup> 0,3 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R1, 4 - Nutre Boro SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R5, 5 - Nutre Boro SC<sup>®</sup> 0,3 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R5, 6 - Nutre Boro SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R1 e R5 e 7 - Nutre Boro SC<sup>®</sup> 0,3 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R1 e R5. As aplicações foram realizadas com uso de  $CO_2$  pressurizada com vazão de 100 L.ha<sup>-1</sup>.

A cultivar utilizada foi a Olimpo IPRO, que possui hábito de crescimento indeterminado. A adubação de base constou da aplicação de 250 kg ha<sup>-1</sup> de MAP no sulco de plantio e 200 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, aplicados a lanço 10 dias antes da semeadura. A semeadura foi realizada no dia 24/10/2023, com sementes tratadas em TSI e inoculante líquido Gelfix 5<sup>®</sup> (100 mL 50 kg<sup>-1</sup> de sementes). A área que foi realizada o experimento era de sequeiro. O controle de doenças, insetos-praga e plantas daninhas foi efetuado conforme as recomendações técnicas para a cultura.

Foram realizadas avaliação do número médio de vagens, altura de plantas e número de hastes reprodutivas aos 30 dias após a aplicação. Todas as avaliações foram realizadas utilizando-se três plantas por parcela. A parcela foi de 6 linhas com espaçamento de 0,5 metros e comprimento

de 5 metros, totalizando 15 m<sup>2</sup>. No que tange aos parâmetros de produtividade foi realizada a colheita de 4 m<sup>2</sup> para posterior trilhagem e obtenção do peso de mil grãos (PMG) e produtividade.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

Não houve diferença significativa para as variáveis altura de planta e número de hastes em relação a aplicação dos tratamentos. Houve efeito significativo para variável número de vagens após aplicação dos tratamentos, diferindo estatisticamente da testemunha (Tabela 1).

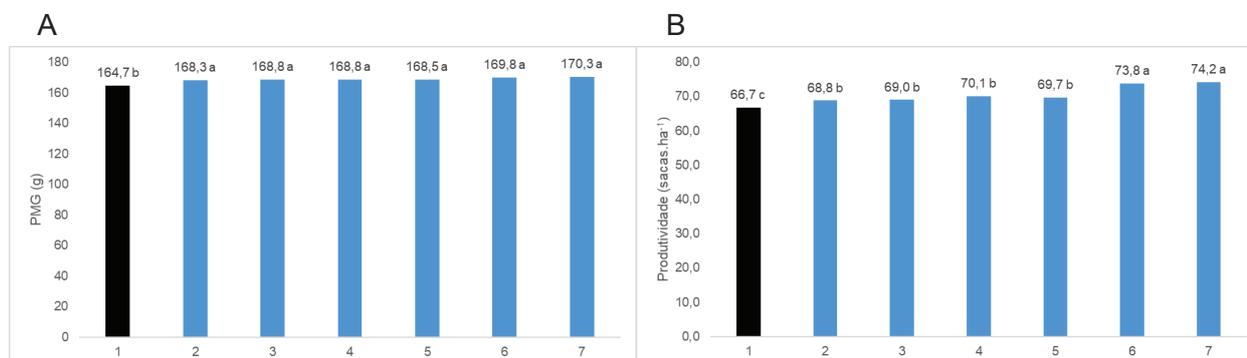
**Tabela 1.** Variáveis de crescimento medidas aos 30 dias após aplicação.

Tratamento	Altura de Planta	Número de Hastes	Número de Vagens
1	89,7 a	2,0 a	72,8 b
2	91,0 a	2,5 a	78,3 a
3	90,5 a	2,0 a	78,5 a
4	91,2 a	2,7 a	79,0 a
5	90,7 a	2,7 a	79,5 a
6	91,2 a	2,5 a	80,5 a
7	90,5 a	2,7 a	80,8 a
<b>CV (%)</b>	<b>12,1</b>	<b>22,1</b>	<b>12,5</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Para variável de peso de mil grãos foi verificado diferença significativa de todos os tratamentos em relação a testemunha (Figura 1A). Pode se observar que a aplicação dos tratamentos com boro e extrato de algas em sua composição proporcionaram um incremento em peso de grãos.

Em relação à produtividade todos os tratamentos aplicados resultaram em incremento de produtividade à cultura da soja diferindo estatisticamente da testemunha, todavia os tratamentos que apresentaram maior produtividade e diferindo dos demais tratamentos foram os Nutre Boro SC® 0,2 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC® 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R1 e R5 e Nutre Boro SC® 0,3 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC® 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R1 e R5 (Figura 1B).



**Figura 1.** Produtividade (A) e peso de mil grãos (B) de quatro repetições por tratamento. Barra preta representa a testemunha e barra azul indica os demais tratamentos aplicados.

Médias seguidas pelas mesmas letras, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

## Conclusão

Ao se associar Nutre Boro e Vital teve-se melhor desenvolvimento e produtividade de cultura da soja. Sendo os posicionamentos Nutre Boro SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R1 e R5 e Nutre Boro SC<sup>®</sup> 0,3 L.ha<sup>-1</sup> + Vital SC<sup>®</sup> 0,2 L.ha<sup>-1</sup> aplicado em R1 e R5 os que apresentaram melhor desempenho técnico.

## Referências

BORGES, S. C.; SIMÕES, F. S. B.; TRINDADE, S. L. A relação entre a produção de soja e o PIB no município de Dom Pedrito/RS. **Agropampa**: Revista de Gestão do Agronegócio da Unipampa, v. 2, p. 2, 2017.

CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. de C. e. **Extratos de algas e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: Esalq, 2024. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/228/download?token=3UHgA7eq>. Acesso em: 4 jan. 2024.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

## ESTIMATIVA DO POTÁSSIO FOLIAR NA CULTURA DA SOJA POR IMAGENS AÉREAS MULTISPECTRAIS

GONÇALVES, J. V. F.<sup>(1,2)</sup>; NANNI, M. R.<sup>(1)</sup>; CRUSIOL, L. G. T.<sup>(3)</sup>; SIBALDELLI, R. N. R.<sup>(3)</sup>;

FURLANETTO, R. H.<sup>(4)</sup>; OLIVEIRA JUNIOR, A. DE<sup>(3)</sup>; CASTRO, C. DE<sup>(3)</sup>; OLIVEIRA, F. A. DE<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR; <sup>(2)</sup>Auburn University; <sup>(3)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(4)</sup>University of Florida.

### Introdução

O potássio é o nutriente aplicado em maior quantidade para a obtenção de altas produtividades na soja e a disponibilidade adequada desse nutriente no solo é fundamental para o metabolismo da soja, incluindo a formação dos nódulos, o desenvolvimento vegetativo, o potencial produtivo, a qualidade dos grãos e o vigor das sementes (Sacramento; Rosolem, 1998)desenvolveu-se o experimento em blocos casualizados com esquema fatorial 4 x 2 x 3 e três repetições a fim de estudar a influência da idade sobre as relações de eficiência (EAB, eficiência de absorção; EC, eficiência de conversão, e EUK, eficiência de utilização de potássio. O monitoramento dos teores foliares de potássio constitui-se em uma ferramenta precisa de avaliação do estado nutricional, que indica a eficiência da adubação e a necessidade de ajustes nas práticas de manejo, de modo a maximizar a produtividade da soja.

No contexto atual de avanços tecnológicos, a agricultura de precisão emerge com ferramentas promissoras para aprimorar a gestão de insumos agrícolas (Klerkx et al., 2019). O uso de sensores como ferramentas de análise não destrutiva do estado nutricional das plantas intensifica o volume de dados coletados em diferentes fases do desenvolvimento da lavoura e a aplicação de modelos matemáticos para o processamento dessas informações, correlacionando-as com análises químicas, apresenta grande potencial para diagnóstico e predição das classes de disponibilidade de potássio foliar com acurácia e assertividade, viabilizando intervenções de manejo nas fases mais críticas para a cultura da soja.

A hipótese deste trabalho é que essas tecnologias possam identificar o estado nutricional de potássio na cultura da soja. Assim, o objetivo foi avaliar o uso de câmera multispectral embarcada em drone e o processamento dos dados por meio de modelos de regressão múltipla, para prever o teor foliar de potássio na cultura da soja.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante a safra 2022/2023 na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, localizada em Londrina, PR. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos variaram quanto às doses de potássio, de 0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se a fonte cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O), aplicada de forma parcelada na semeadura (40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e a diferença, de acordo com os tratamentos, em cobertura. Cultivou-se soja em parcelas de 12 m<sup>2</sup>. A semeadura mecanizada da cultivar BRS 1061 IPRO foi realizada em 04/11/2022, visando uma população de 260.000 plantas.

Foram realizadas amostragens de folhas para caracterização do estado nutricional aos 63, 75 e 94 dias após a semeadura (DAS), correspondentes aos estádios V10, R3 e R5.1, respectivamente. A determinação de potássio foliar foi realizada empregando-se a espectrofotometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), conforme Silva (1999).

A aquisição de imagens do dossel de cada parcela foi realizada com o drone Nuvem modelo Spectral 2, equipado com a câmera Altum-pt (Micasense®), que possui bandas espectrais centradas em Azul (475 nm), Verde (560 nm), Vermelho (668 nm), *Red-Edge* (717 nm) e Infravermelho próximo (NIR 842 nm). Os voos foram realizados à altura de 50 metros nos dias de coleta das

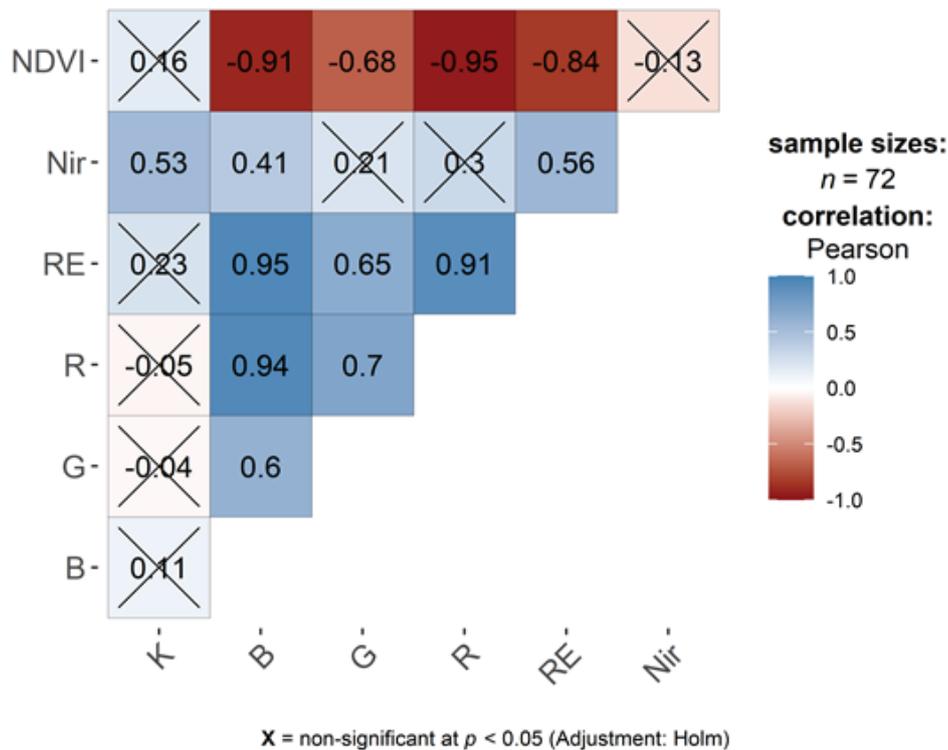
amostras, alcançando uma resolução espacial de 2,53 cm. A correção radiométrica e a geração dos ortomosaicos foram feitas no software Metashape, e o software QGIS 3.14 foi utilizado para extrair os valores médios de reflectância para cada banda espectral, além de permitir o cálculo do índice NDVI ().

Utilizando o software Rstudio®, aplicou-se a análise de variância do K foliar em função do fator tratamento e do fator estágio de desenvolvimento. Posteriormente, construiu-se um gráfico de correlação de Pearson entre as bandas espectrais e o NDVI (variáveis X) e o K foliar (variável Y). Foi ajustado um modelo linear inicial com todas as bandas espectrais e o NDVI, consequentemente, foi reajustado o modelo apenas com as bandas significativas a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A análise de variância revelou diferenças significativas nos teores foliares de potássio (K) entre os tratamentos e os estádios de desenvolvimento, com valores médios de 17,17<sup>a</sup> em V10, 18,32<sup>a</sup> em R3 e 11,52<sup>b</sup> em R5.1, indicando uma variação significativa na absorção, no acúmulo e na redistribuição do nutriente pelas plantas. Os teores de K foliar variaram entre 4,75 g kg<sup>-1</sup> e 25,48 g kg<sup>-1</sup>. Não foi observada interação significativa entre os tratamentos e os estádios de desenvolvimento.

Uma correlação significativa ( $r = 0.53$ ) foi identificada entre o K foliar e a banda espectral NIR (Figura 1).



**Figura 1.** Matriz de correlação entre as bandas espectrais e o teor de K<sup>+</sup> foliar medido em laboratório. X é a não significância a 5% de probabilidade pelo teste de Holm.

As folhas de soja saudáveis apresentam características específicas em termos de reflectância e absorção de luz, que são influenciadas pela presença de clorofila (Sun et al., 2021). Na banda verde do espectro, as folhas exibem alta reflectância porque a clorofila absorve mais luz azul e vermelho, o que contribui para a cor verde característica das plantas. A alta absorção da banda vermelho está associada à utilização dessa energia para a fotossíntese, um processo crucial

para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Esse comportamento é resultado da estrutura molecular da clorofila, que absorve eficientemente a luz nas regiões azul (400 nm-500 nm) e vermelha (600 nm-700 nm) do espectro, enquanto reflete mais luz na região verde (500 nm-600 nm) (Merzlyak et al., 2003). A deficiência de K, que causa o amarelecimento seguido de necrose nas bordas foliares (Mascarenhas et al., 1990), afeta diretamente o comportamento espectral da soja, indicando como a deficiência desse nutriente impacta as propriedades fisiológicas e espectrais das plantas.

A análise inicial do modelo que incluiu as bandas B, G, R, RE e NIR e o NDVI, demonstrou significância ( $p < 0.001$ ). No entanto, apenas as bandas R e RE e o índice NDVI mostraram-se significativos ( $p < 0.05$ ) na predição do teor de K foliar, com um  $R^2$  ajustado de 0,477. Assim, o modelo final foi reajustado com as variáveis R, RE e NDVI, resultando numa assertividade de predição de aproximadamente 49%, aplicável às três épocas de amostragem (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo estatístico do modelo final de regressão linear.

Modelo selecionado				
Fórmula = K Foliar ~ R + RE + NDVI				
Resíduos:				
Min	1Q	Median	3Q	Max
-10,056	-2,833	0,867	2,464	6,864
Coeficientes:				
	Estimado	s	t-valor	Pr(> t )
Intercepto	-129,68	50,99	-2,54	0,013*
R	-391,79	193,77	-2,022	0,047*
RE	96,90	13,18	7,354	0,001***
NDVI	142,81	52,17	2,737	0,0079**
Significância **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1				
Resíduo do erro standardizado: 4,03 em 68 GL				
$R^2$ : 0,511, $R^2$ ajustado: 0,489				
Estatística F: 23,7 em 3 e 68 GL, p-valor: $1,35e^{-10}$				

$R^2$  ajustado = 0,489 RMSE = 3,918

$Y = -129,68 - 391,79 * R + 96,90 * RE + 142,81 * NDVI$

## Conclusão

A utilização de imagens aéreas espectrais apresenta potencial estimar o estado nutricional do potássio na cultura da soja nos estádios V10, R3 e R5.1. Para o conjunto de dados analisados, foi ajustado um modelo de regressão múltipla significativo, utilizando as bandas espectrais do vermelho, *red-edge* e o NDVI pela fórmula .

## Referências

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 90-91, 100315, 2019.

MASCARENHAS, H. A. A.; MIRANDA, M. A. C. de; OKANO, C.; TANAKA, R. T.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Immature opening of soybean pods related to climatic condition, soil acidity and potassium deficiency. **Better Crops International**, v. 6, n. 1, p. 10-11, 1990.

MERZLYAK, M. N.; GITELSON, A. A.; CHIVKUNOVA, O. B.; SOLOVCHENKO, A. E.; POGOSYAN, S. I. Application of Reflectance Spectroscopy for Analysis of Higher Plant Pigments. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 50, n. 5, p. 704-710, 2003.

SACRAMENTO, L. V. S. D.; ROSOLEM, C. A. Eficiência de absorção e utilização de potássio por plantas de soja em solução nutritiva. **Bragantia**, v. 57, p. 355-365, 1998.

SILVA, F. C. da (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

SUN, J.; YANG, L.; YANG, X.; WEI, J.; LI, L.; GUO, E.; KONG, Y. Using spectral reflectance to estimate the leaf chlorophyll content of maize inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi under water stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, article 646173, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2021.646173/full>. Acesso em: 24 abr. 2024.

## ASSOCIAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E SILÍCIO PROMOVE PRODUTIVIDADE NA SOJA EM CONDIÇÕES DE SECA

ARAÚJO, F. A.<sup>(1)</sup>; MARQUES, D. J.<sup>(1)</sup>; BORTONIO, M. V. M.<sup>(1)</sup>; STÜRMER, S. L.<sup>(2)</sup>; DIOTTO, A. V.<sup>(3)</sup>; MAZZUTTI, M. V.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG; <sup>(2)</sup>Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC; <sup>(3)</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

### Introdução

A soja é uma das culturas mais importantes para a agricultura brasileira, entretanto, sua produtividade é afetada pelas restrições hídricas causadas pelas adversidades climáticas (Chavarria et al., 2015). Mediante às instabilidades climáticas, como mudanças drásticas no regime de chuvas, todos os países produtores correm grandes riscos em suas produções agrícolas (Barroso Neto, 2021).

O silício (Si) não é um elemento essencial para a nutrição fisiológica vegetal, porém é um mineral benéfico que atribui características de resistência às plantas. Esse nutriente diminui a perda de água, possibilita maior resistência mecânica às células vegetais, possibilita maior resistência a pragas e doenças, diminui o efeito tóxico de outros nutrientes e contribui para a manutenção da taxa fotossintética (Nunes et al., 2019).

Por outro lado, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são capazes de amenizar os efeitos do estresse hídrico por meio da associação com a planta (Santos et al., 2020). Esses fungos estabelecem a associação simbiótica com as plantas denominada micorriza arbuscular, que ocorre pela colonização das raízes das plantas pelas hifas fúngicas. Uma vez estabelecidos no córtex radicular, as hifas dos FMAs crescem no solo, atuando como prolongamento das raízes, e auxiliam a planta na absorção de água e nutrientes, promovendo resistência das plantas aos estresses abióticos.

Diante do exposto, é necessário criar alternativas para reduzir o estresse de seca na soja. Dessa forma, a associação do Si e FMA pode ser uma importante estratégia para garantir produtividades e contribuir para a segurança alimentar.

O objetivo deste trabalho foi estudar a interação entre adição de Si e inoculação com FMAs na amenização do estresse de seca na soja e verificar seus efeitos sobre a produtividade.

### Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, onde as plantas foram conduzidas em vasos com 14 dm<sup>3</sup> no Campo Demonstrativo e Experimental, durante os anos de 2022 a 2024. O solo da área foi identificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico e apresentava os seguintes atributos, na camada de 0 a 20 cm, antes da implantação do experimento: 0,45 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica; 4,27 de pH em CaCl<sub>2</sub>; 0,59 mg dm<sup>-3</sup> de P; 27,22 cmolc dm<sup>-3</sup> de K; 0,33 cmolc dm<sup>-3</sup> de Ca; 0,20 cmolc dm<sup>-3</sup> de Mg; e 64% de saturação da CTC por bases. Após o período de incubação do solo, foi realizada a fertilização do solo, de acordo com a análise de solo e recomendação para a cultura da soja (Novais et al.; 1991 adaptado por Marques et al., 2021).

O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x2x2, com quatro repetições: primeiro fator Si (com e sem adição de Si como corretivo de solo) × segundo fator FMA (com e sem inoculação de FMA) × terceiro fator de irrigação (40% e 100%, sendo estresse hídrico e controle, respectivamente). Para a tomada de decisão de irrigação, definiu-se como referência (controle) 100% de reposição de água e o valor crítico estabelecido para irrigação foi de -40KPa. O tratamento de reposição de 100% correspondeu à quantidade de água necessária para atingir a capacidade de campo, em que o tempo de irriga-

ção calculado para o tratamento controle foi mantido para os tratamentos sob estresse hídrico. Para manter o tempo, foram utilizados gotejadores com diferentes vazões para cada nível de reposição: 40% (2 L h<sup>-1</sup> vaso<sup>-1</sup>) e 100% (4 L h<sup>-1</sup> vaso<sup>-1</sup>).

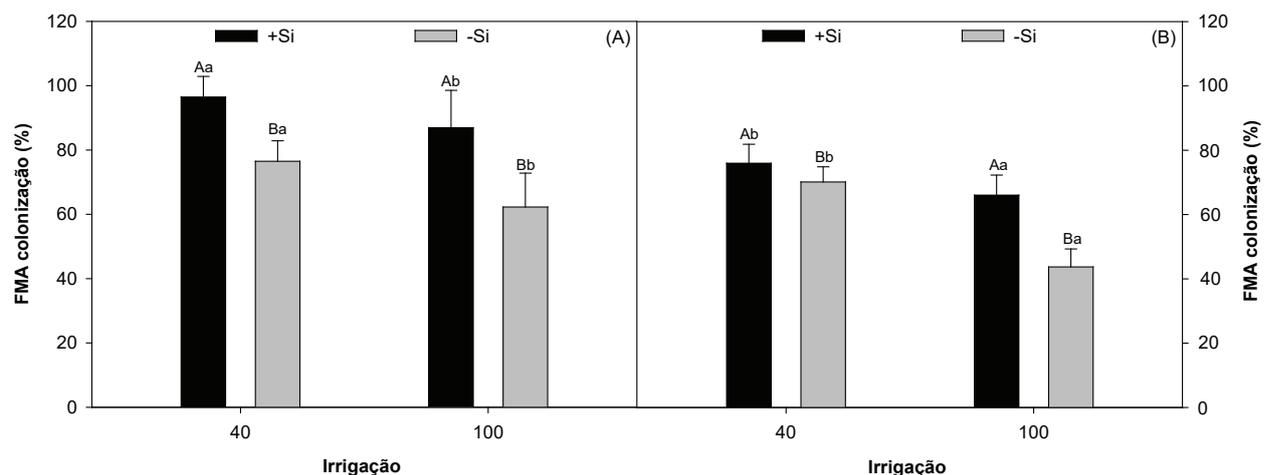
O inóculo de FMAs foi aplicado antes da semeadura. O tratamento controle de FMAs utilizou apenas mistura de areia e nos tratamentos com presença do fungo mistura de areia com inóculo (1:1), e nos tratamentos com presença de inóculo e controle a quantidade aplicada por vaso foi de 12 g, em 10 cm de profundidade. Os isolados de FMAs compoendo o inóculo micorrízico foram obtidos da Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota (CICG, Universidade Regional de Blumenau -FURB). O inóculo foi composto pelos seguintes isolados: *Gigaspora albida* PRN200A (183 esporos g<sup>-1</sup> solo), *Dentiscutata heterogama* MGR610A (227 esporos g<sup>-1</sup> solo), *Rhizophagus clarus* SCT720A (22 esporos g<sup>-1</sup> solo), *Rhizophagus* sp. SCT736J (152 esporos g<sup>-1</sup> solo), *Acaulospora mellea* SCT063B (14 esporos g<sup>-1</sup> solo), *Acaulospora longula* PNB101A (144 esporos g<sup>-1</sup> solo).

Foram avaliados a colonização micorrízica, taxa fotossintética e produtividade na soja.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de interação significativa, os efeitos foram desdobrados dentro dos níveis de cada fator. As médias dos fatores Si e FMA foram comparadas pelo teste de Scott Knott. Todas as análises foram realizadas no software RStudio. Para todas as análises estatísticas, o nível de significância adotado foi de 5%.

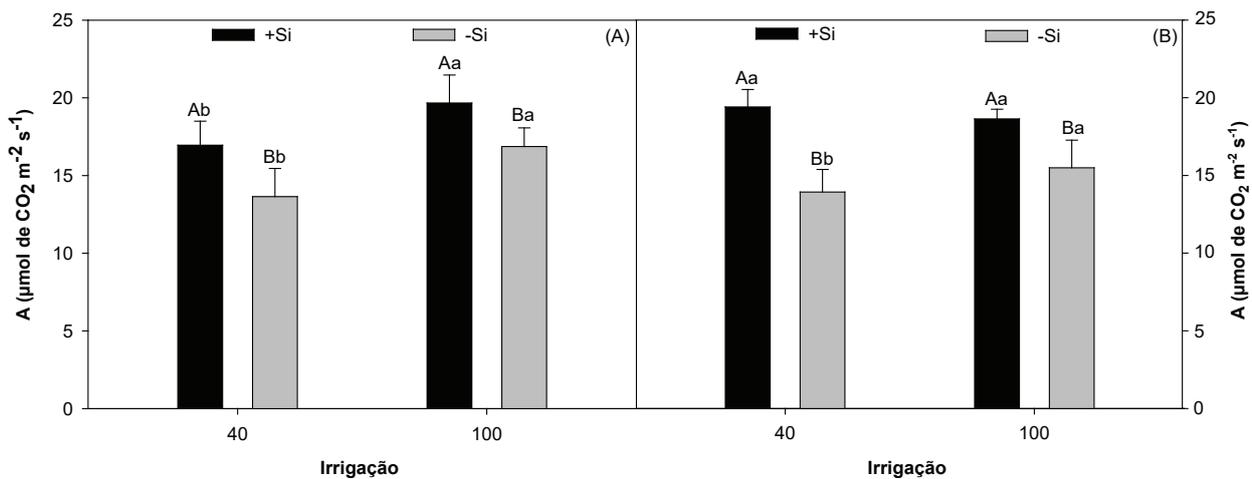
## Resultados e Discussão

Para a inoculação com +FMA, a colonização foi 46 % superior na presença +Si na reposição de 40% da irrigação. Já para reposição de 100% da irrigação considerada ideal na presença do +Si foi superior em 25% (Figura 1A). Para ausência da inoculação com -FMA na +Si na reposição de 40% da irrigação foi superior. Para a aplicação de 100% da irrigação +Si foi 25% superior quando comparado com a ausência -Si.



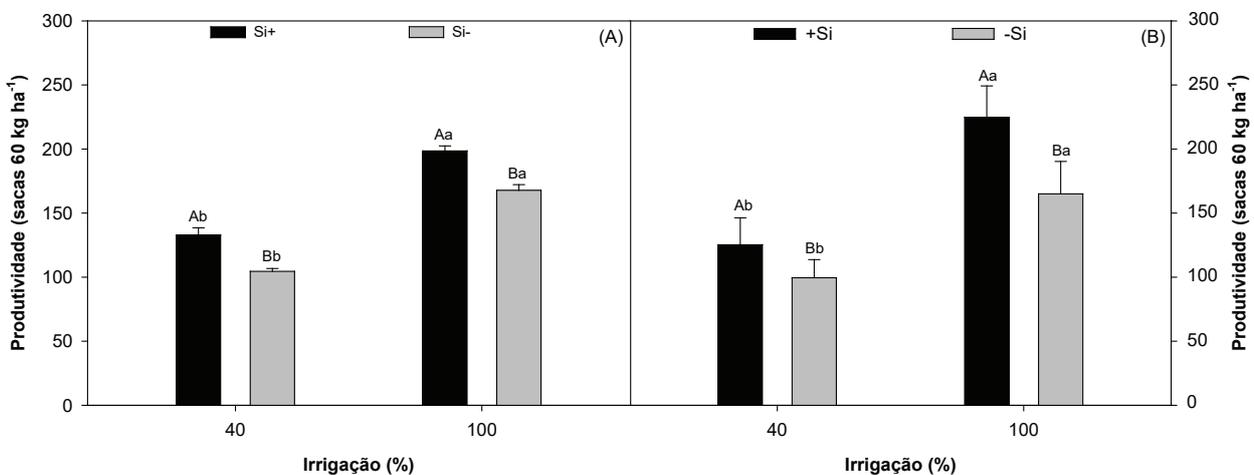
**Figura 1.** Colonização de FMA na raiz da soja em função na presença (+Si) e ausência (-Si), níveis de estresse 40% e 100% da reposição de água considerada ideal pelo tensiômetro (100%) e em função da presença do +FMA (Figura A) e ausência do -FMA (Figura B) na soja. Colunas com letras maiúsculas diferentes (cores diferentes) comparam entre estresse de seca e cor iguais letras minúsculas compara a presença e ausência de Si, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 05$ ). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Para a +FMA nas aplicações de 40 e 100% da irrigação, houve incremento de 15% na taxa fotossintética (Figura 2A e 2B). A mesma tendência foi observada para -FMA na irrigação 40% e 100%, com incremento 17% na taxa fotossintética.



**Figura 2.** Taxa fotossintética na folha da soja em função na presença (+Si) e ausência (-Si), níveis de estresse 40% e 100% da reposição de água considerada ideal pelo tensiômetro (100%) e em função da presença do +FMA (Figura A) e ausência do -FMA (Figura B) na soja. Colunas com letras maiúsculas diferentes (cores diferentes) comparam entre estresse de seca e cor iguais letras minúsculas compara a presença e ausência de Si, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 05$ ). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Para a produtividade da soja com reposição de água no solo de 40% observamos aumento de 15% +Si e +FMA. Para 100% da reposição de água no solo, houve um aumento de 17% na produtividade +Si. A inoculação dos fungos micorrízicos incrementou a produtividade da soja, mesmo em condição de estresse seca, em comparação na ausência do FMA (Figura 3).



**Figura 3.** Produtividade da soja em função na presença (+Si) e ausência (-Si), níveis de estresse 40% e 100% da reposição de água considerada ideal pelo tensiômetro (100%) e em função da presença do +FMA (Figura A) e ausência do -FMA (Figura B) na soja. Colunas com letras maiúsculas diferentes (cores diferentes) comparam entre estresse de seca e cor iguais letras minúsculas compara a presença e ausência de Si, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 05$ ). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

## Conclusão

A presença de silício e fungo micorrízico arbuscular incrementou a colonização, taxa fotossintética e produtividade da soja no estresse de seca e na reposição de água considerada ideal para a cultura da soja.

## Referências

BARROSO NETO, J.; SILVA, J. R. I.; BEZERRA, C. W. F.; AMORIM, T. L.; HERMÍNIO, P. J.; MORATO, R. P.; ALBUQUERQUE-SILVA, M. M.; SIMÕES, V. J. L. P. Impactos da seca e das mudanças climáticas no metabolismo das plantas: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, 16710817060, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17060.

CHAVARRIA, G.; DURIGON, M. R.; KLEIN, V. A.; KLEBER, H. Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1387-1393, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140705

MARQUES, D. J.; BIANCHINI, H. C.; MACIEL, G. M.; MENDONÇA, T. F. N. de; SILVA, M. F. Morphophysiological changes resulting from the application of silicon in corn plants under water stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 41, n. 2, p. 569-584, 2021. DOI: 10.1007/s00344-021-10322-5

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Teste de ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. de; LOURENÇO, S. (coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, DF: EMBRAPA-SEA, 1991. 392 p. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 3).

NUNES, A. M. C.; NUNES, L.; RODRIGUES, A. J. O.; ALBUQUERQUE, K. S. Silício na tolerância ao estresse hídrico em tomateiro. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 239-258, 2019. DOI:10.30945/rcr-v21i2.2658.

SANTOS, J. A. dos; LARA, T. S.; CORREIA, T. S.; SOUSA, L. da S. Influência da densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares nativos da Savana no desenvolvimento do milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 9, n. 4, p. 21-28, 2020. DOI:10.47209/2317-5729.

## DIFERENTES FONTES FOSFATADAS E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DA SOJA

MORAES, L. A. A.<sup>(1)</sup>; RODRIGUES, M.<sup>(1)</sup>; HANSEL, F. D.<sup>(1)</sup>; PUGA, A.<sup>(1)</sup>; REIS, J.<sup>(1)</sup>; SILVA, P. A. S.<sup>(1)</sup>; MOREAU, M.<sup>(1)</sup>; MANTOVANI, F.<sup>(1)</sup>  
<sup>(1)</sup>Mosaic Fertilizantes, Londrina, PR

### Introdução

A maior eficiência de adubos fosfatados é um desafio e constitui uma premissa básica para maior produtividade, rentabilidade e sustentabilidade na cultura da soja. Nesse sentido, a substituição de tecnologias convencionais por tecnologias de eficiência aprimorada, que inferem no melhor aproveitamento do fósforo, adicionalmente ao aporte de demais nutrientes na mesma aplicação podem ser uma alternativa (Novais; Smyth, 1999).

Além disso, a junção de frações orgânicas em fertilizantes minerais, na forma de revestimento dos grânulos também compor opções de tecnologias para tais desafios. Isso porque, frações orgânicas presentes em fertilizantes minerais, possivelmente poderão melhorar a relação solo-planta (Fagan et al., 2016), influenciada pelos fertilizantes.

Face ao exposto, este trabalho teve como objetivo verificar os efeitos de diferentes adubos fosfatados na produtividade da cultura da soja. Posto a hipótese que fertilizantes de eficiência aprimorada e, com a presença de frações orgânicas de revestimento de grânulos, promovem incrementos de produtividade em relação a fontes convencionais.

### Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido durante a safra 2021/2022, no município de Botucatu-SP. A área experimental é localizada sob coordenadas, latitude de 22° 49' 29" S e longitude 48° 25' 45" W, a 767 m de altitude, em solo classificado como Latossolo vermelho distroférico típico argiloso. As propriedades físicas e químicas do solo, para camada de 0-20 cm são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Propriedades físicas e químicas na camada superficial, 0-20 cm. (Observ.: P-Resina)

Areia	Silte	Argila	MO	P	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>
g dm <sup>-3</sup>			mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					
154	277	569	36	20	23	4,7	0,4	4,7	2,7	1,3	0,5
t	T	V%	m%	%Ca	%Mg	%K	Fe	Cu	Mn	Zn	B
cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%			mg dm <sup>-3</sup>					
4,9	9,2	48,91	9,0	29,34	14,13	5,43	27	16	99	2	3

O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições e quatro tratamentos, sendo os tratamentos; 1) Controle -P, CT(-P); 2) MAP, 11-52-00 (MAP); 3) Microessenciais, 10-46-00 + 9 % S (Mes-S9); e, 4) Performa Bio, 09-45-00 + 9 % S (Perf. Bio). Em todos os tratamentos, com exceção do CT(-P) foram aplicados 92 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sulco de semeadura e 93 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura. A mesma dose de K<sub>2</sub>O também foi aplicada no CT(-P). Para semeadura, foi utilizada a cultivar NEO-580 IPRO, com espaçamento de 0,5 m e na densidade de 16 sementes m<sup>-1</sup>. A semeadura ocorreu no dia 14/10/2021 e a colheita em 02/03/2022; isto é, 139 dias após a semeadura.

Inicialmente os dados (de nodulação e componentes de produção) foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade, pelos testes de Shapiro Wilk e Bartlett, respectivamente. Seguiu-se, então, a análise de variância pelo Teste F (p-valor < 0,05) comparando-se as

médias pelo teste Duncan ( $p$ -valor  $< 0,05$ ). Também, foram realizados testes de correlação entre a produtividade e os componentes de produção por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson ( $p$ -valor  $< 0,05$ ). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software R (R Core Team 2021).

## Resultados e Discussão

Independente da variável, houve efeito das diferentes fontes fosfatadas as variáveis (Tabela 2). Por um lado, notou-se que a ausência da adubação fosfatada inferiu na nodulação (Figura 1A e 1B). Por outro, que as fontes não interferiram para NGV e NVP (Figura 1C e 1D). Contudo, para NGP, PMS e PROD (Figura 1E, 1F e 1G) a fonte Performa Bio promoveu incrementos significativos. E, que os componentes NGP, NVP e PMS, nesta ordem, foram os de maior correlação com a produtividade (Figura 1H).

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância (Teste F,  $p$ -valor  $< 0,5$ ) para nodulação, componentes de produção e produtividade em função de diferentes fontes fosfatadas,

		NNP	MSN	NVP	NGV	NGP	PMS	PROD
Tratam.	Fc	1,1215	11,7278	6,2348	6,5189	9,0389	5,0134	3,9996
	Pr>Fc	0,0021	0,0018	0,0141	0,0123	0,0044	0,0259	0,0460
Bloco	Fc	1,2003	4,2278	0,4836	1,9443	0,0388	0,2898	0,8005
	Pr>Fc	0,3639	0,4153	0,7019	0,1931	0,9891	0,8318	0,5242
CV(%)		9,26	8,96	5,86	3,80	7,88	2,76	14,24

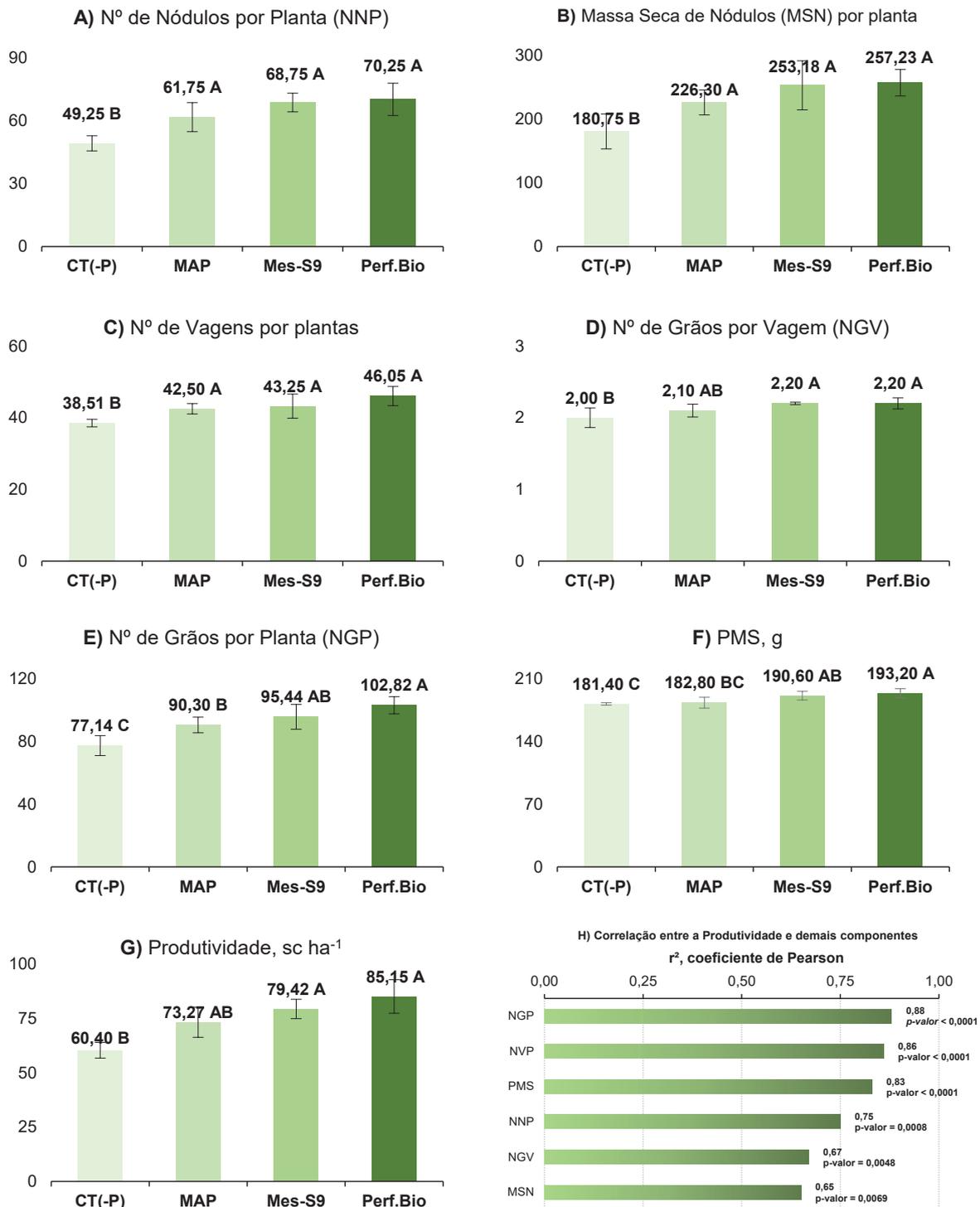
A formação, presença e manutenção da nodulação é fator essencial para equilíbrio nutricional e produtividade da cultura da soja. Portanto, fatores que contribuam para essa simbiose são primordiais para oleaginosa. Nesse sentido, a melhor taxa de nodulação na presença da adubação fosfatada, independente da fonte, esteja relacionada a alta demanda energética presente nesta simbiose. Portanto, o que está diretamente ligada as funções do fósforo na planta. Ressaltando uma relação positiva da adubação fosfatada com a FBN.

A respeito dos componentes de produção, a influência positiva da adubação em qualquer um destes é relevante. Posto que, a melhoria um, poderá compensar a perda de potencial de outro. Visto os resultados semelhantes para NGV e NVP, mas diferentes para os demais. Nesse sentido, o incremento do NGP, PMS e PROD do Perf. Bio, pode estar associado ao melhor equilíbrio nutricional. Uma vez que a deficiência e o desequilíbrio nutricional afetam diretamente a formação e a manutenção das estruturas reprodutivas. Além de prejudicar o enchimento de grãos.

Para mais, possivelmente a fração orgânica presente como revestimento dos grânulos tenha influenciado neste resultado. Provavelmente, a fração de revestimento orgânico nos grânulos minerais do fertilizante tenha proporcionado melhor aproveitamento dos nutrientes e, com isso, melhores condições para o desenvolvimento radicular e aéreo das plantas. Assim, fatores que interferem diretamente em no aproveitamento de água e nutrientes e na taxa fotossintética.

## Conclusão

A hipótese testada foi corroborada. O uso de fontes aprimoradas ou, com tecnologias embarcadas, promovem incrementos a produtividade. Além de prover aumentos ao PMS e NGP. Assim, concluímos que a utilização de fontes aprimoradas (Performa Bio) contribui para ganhos de produtividade e melhorias aos componentes de produção.



**Figura 1.** Efeitos na nodulação de plantas (A e B), componentes de produção (C, D, E e F) e correlação entre os componentes de produção com a produtividade (H) de diferentes fontes fosfatadas. \*\*Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Duncan,  $p$ -valor < 0,05.

## Referências

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; SOARES, L. H.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral.** São Paulo: Editora Andrei, 2016. 306 p.

NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.



# **Comissão de Tecnologia de Sementes**

## CONTEÚDO DE LIGNINA DAS CULTIVARES E LINHAGENS DE SOJA DA EMBRAPA SAFRA 2022/2023

KRZYZANOWSKI, F. C.<sup>(1)</sup>; PETEK, M. R.<sup>(1)</sup>; PEREIRA, A. F.<sup>(2)</sup>; FRANÇA-NETO, J. B.<sup>(1)</sup>; HENNING, F. A.<sup>(1)</sup>  
<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR, <sup>(2)</sup>Embrapa Cerrados, Brasília, DF.

### Introdução

A lignina é um dos principais compostos fenólicos dos tecidos das angiospermas e gimnospermas. Ela ocorre em vegetais e em tecidos vasculares e seu nome origina do latim *lignum*, que significa madeira (Fengel; Wegener, 1984). Ela foi descoberta por Anselme Payen em 1838 (McCarthy; Islam, 1999).

Como a lignina é a principal responsável pela manutenção da integridade e da coesão estrutural das fibras vegetais (Cowling; Kirk, 1976), sua importância é relevante na resistência ao dano mecânico na semente de soja, o qual é um dos principais fatores que afetam as qualidades física e fisiológica da mesma (Alvarez et al., 1997), bem como a sanitária (Rijo; Vasconcelos, 1983). Além disso, devido à sua característica de impermeabilidade / semipermeabilidade, a lignina também protege as sementes de soja contra os efeitos negativos das intempéries climáticas que ocorrem durante o período de pré-colheita (França-Neto et al., 2016). Diversos estudos apontam que o tegumento da semente de soja é fino e com baixo conteúdo de lignina, proporcionando pouca proteção ao eixo embrionário, que se encontra em posição vulnerável sob o tegumento (França-Neto; Henning, 1984).

Elevados teores de lignina nas vagens resultam em redução da taxa e da velocidade de absorção de água, apresentando maior tolerância à deterioração por umidade em pré-colheita e proporcionando sementes com maior viabilidade e vigor (Brzezinski et al., 2022). O objetivo deste trabalho foi determinar na semente genética o teor de lignina em cultivares e linhagens de soja da Embrapa na safra 2022/2023.

### Material e Métodos

As sementes e vagens das cultivares avaliadas foram oriundas da produção de semente genética da Embrapa em Ponta Grossa, PR e Brasília DF. As sementes foram submersas em água por 12 horas e os tegumentos foram removidos e colocados para secar em estufa a 60 °C por 24 horas. Tegumentos e vagens foram triturados a 60 mesh de granulometria. A determinação do conteúdo de lignina foi realizada pelo método do acetilbromida (Moreira-Vilar et al., 2014).

### Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os conteúdos de lignina da vagem e do tegumento de sementes das cultivares de soja para as macrorregiões sojícolas 1, 2, 3 e REC 401. Para fins de comparação, a cultivar Doko foi considerada como padrão para alto teor de lignina, apresentando teores médios na vagem de 13,68% e no tegumento de 5,43%.

Tabela 1. Conteúdo de lignina na vagem e no tegumento de sementes de cultivares de soja da Embrapa para as macrorregiões sojícolas 1, 2, 3 e REC 401. (Embrapa Soja 2023).

Cultivar	Teor de Lignina Vagem (%)	Teor de Lignina Tegumento (%)
BRS 317	13,78	4,59
BRS 388 RR	11,87	3,96
BRS 511	12,69	4,21
BRS 523	14,27	4,76
BRS 531	11,67	4,26
BRS 539	11,37	4,07
BRS 543RR	14,18	4,73
BRS 546	13,09	4,53
BRS 559RR	12,69	4,23
BRS 774RR	11,02	4,12
BRS 1003IPRO	12,84	4,28
BRS 1054IPRO	12,49	4,37
BRS 1056IPRO	11,82	3,94
BRS 1061IPRO	12,52	4,17
BRS 1064IPRO	12,84	4,28
BRS 2553XTD	12,14	4,00
BRS 2558XTD	13,01	4,34
BRS 2560XTD	12,64	4,21
BRS 2562XTD	12,77	4,26

Observa-se na Tabela 1 que as cultivares apresentam teores de lignina na vagem entre 11,02% e 14,27%, sendo na média 12,61%, e no tegumento entre 3,94% e 4,73%, com média de 4,27%, valores médios menores do que os da cultivar Doko. Destaque para as cultivares BRS 317 (com 13,78% e 4,59% respectivamente para parede da vagem e tegumento), BRS 523 (14,27% e 4,76%) e BRS 543 RR (14,18% e 4,73%), que apresentaram bons teores de lignina tanto na vagem quanto no tegumento, como a cultivar Doko, que é considerada referência quanto a essa característica. O teor elevado de lignina nos tecidos pode contribuir para aumentar a tolerância à deterioração no campo e a resistência ao dano mecânico nas operações de colheita e beneficiamento, em razão do tecido rico em lignina oferecer maior resistência física para a semente (Rijo; Vasconcelos, 1983; Alvarez et al., 1997; França-Neto et al., 2016; Brzezinski et al., 2022).

Na Tabela 2 são apresentados os conteúdos de lignina da vagem e do tegumento de sementes das cultivares e linhagens de soja em desenvolvimento para as macrorregiões sojícolas 3, 4, 5, para o estado de Goiás e para a Região Central do Brasil.

Tabela 2. Conteúdo de lignina nas vagens e no tegumento de sementes de cultivares e linhagens de soja da Embrapa para as macrorregiões sojícola 3, 4, 5, estado de Goiás e Região Central do Brasil.

Cultivar / Linhagem	Teor de Lignina Vagem (%)	Teor de Lignina Tegumento (%)
BRRY78-6257RR*	11,13	4,40
BRRY78-7060RR*	10,92	3,96
BRR78-7950RR*	12,25	4,67
BRS 7380RR	10,94	4,54
BRS 7482RR	11,00	4,61
BRS 8781RR	11,78	4,50
BRBY78-17593BT **	11,61	4,53
BRBY78-17333BT **	11,11	4,67
BRS 5980IPRO	10,80	4,56
BRS 7080IPRO	11,41	4,89
BRS 7981IPRO	10,92	4,69
BRS 8383 IPRO	11,29	4,83
BRS 8980IPRO	11,20	4,69
BRBYC78-50840 ***	12,42	4,89
BRBYC78-52594 ***	11,60	4,78
BRBYC78-53068 ***	11,98	4,62
BRBYC78-852791 ***	10,57	4,41
BRS 7181	12,25	4,85
BRS 7381	11,78	4,94
BRS 7481	11,44	4,82
BRS 7483	10,88	4,64
BRS 7582	12,92	4,97
BRS 7781	11,06	4,76
BRS 7980	11,86	4,78
BRS 8381	12,01	4,82
BRS 8581	12,35	4,69

\* Linhagem de soja RR; \*\* Linhagem de soja Intacta; \*\*\* Linhagem de soja Convencional.

Observa-se na Tabela 2 que as cultivares e linhagens apresentam teores de lignina na vagem entre 10,57% a 12,92%, média de 11,41%, e no tegumento entre 3,96% a 4,97%, média de 4,63%. Esses teores de lignina são menores que os da cultivar Doko. Como são genótipos potencialmente recomendáveis para a Região Central do Brasil, onde a sua semeadura antecipada para viabilizar uma segunda cultura como algodão e/ou milho pode resultar na maturação dessas cultivares num período de maior ocorrência de chuvas, portanto com altas umidade e temperatura, cenário esse que poderá prejudicar a qualidade das sementes produzidas (França-Neto et al., 2016; Brzezinski et al., 2022).

## Conclusão

Objetivando obter as melhores qualidades fisiológica, física e sanitária da semente e tecnológica do grão de soja, é importante que nos programas de melhoramento genético deva se

considerar o conteúdo de lignina como um parâmetro referencial importante no desenvolvimento das cultivares.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio dos profissionais Waldemar de Oliveira Neto e Antonio Rocha Melchades da Equipe de Sementes e Grãos da Embrapa Soja na determinação dos teores de lignina.

## 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, p. 209-214, 1997.
- BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; ZUCARELLI, C.; MEDRI, C.; MERTZ-HENNING, L. M.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, F. A. Structural analysis of soybean pods and seeds subjected to weathering deterioration in pre-harvest. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, e02697, 2022.
- COWLING, E. B.; KIRK, T. K. Properties of cellulose and lignocellulose materials as substrates for enzymatic conversion processes. **Biotechnology and Bioengineering Symposium**, v. 6, p. 95-123, 1976.
- FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood, chemistry, ultrastructure, reactions**. New York: Waster & Grugter, 1984. 613 p.
- FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidades fisiológica e sanitária da semente de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1984. 39 p. (Embrapa-CNPSO. Circular Técnica, 9).
- FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. H. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).
- MCCARTHY, J. L.; ISLAM, A. Lignin chemistry, technology, and utilization: a brief history. In: GLASSER, W. G.; NORTHEY, R. A.; SCHULTZ, T. P. (ed.). **Lignin: Historical, Biological, and Materials Perspectives**. Washington, DC: ACS, 1999. p. 2-99. (ACS Symposium Series, 742).
- MOREIRA-VILAR, F. C.; SIQUEIRA-SOARES, R. C.; FINGER-TEIXEIRA, A.; OLIVEIRA, D. M.; FERRO, A. P.; ROCHA, G. J.; FERRARESE, M. L. L.; SANTOS, W. D.; FERRARESE-FILHO, O. The acetyl bromide method is faster, simpler and presents best recovery of lignin in different herbaceous tissues than Klason and thioglycolic acid methods. **PLoS One**, v. 9, n. 10, e110000, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0110000.
- RIJO, L.; VASCONCELOS, I. Formação de calose e de lignina em combinações incompatíveis *Coffea sp. H. vastatrix* (Callose and lignin formation in incompatible combinations *Coffea sp. H. vastatrix*). In: Simpósio sobre ferrugem do cafeeiro. **Oeiras**, p. 269-281, 1983.

## DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE SOJA COM DIFERENTES DANOS NAS SEMENTES

BRUINSMA, M. S.<sup>(1)</sup>; POSSER G. F.<sup>(1)</sup>; PIEPER, M. S.<sup>(2)</sup>; GREGORIO, L. G. F.<sup>(1)</sup>; BOTELHO, I. B.<sup>(1)</sup>; MENEGHELLO, G. E.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Pelotas, RS; <sup>(2)</sup>Formosa Sementes.

### Introdução

A soja destaca-se como a cultura que impulsiona a produção brasileira de grãos. A produtividade de uma lavoura é dependente de diversos fatores, sendo um dos mais importante deles a escolha de sementes de qualidade, que possam expressar seu potencial superior no campo (Krzyzanowski et al., 2018).

Há muitos fatores que afetam a integridade das sementes após a sua maturidade, que ocorre com o desligamento da semente na planta mãe; a partir deste ponto o processo de deterioração das sementes pode ocorrer de diversas formas, ao longo das etapas de produção das sementes, como a colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento. Os danos em sementes de soja, como o rasgo no tegumento, a mancha púrpura, o dano por percevejo, o dano mecânico e sementes esverdeadas afetam a qualidade fisiológica das sementes (Marcos-Filho, 2015).

O nível de deterioração de um lote de sementes devido ao somatório de qualquer dano ocorrido nas sementes afeta o vigor e, por consequência, a longevidade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plântulas de soja oriundas de sementes com diferentes danos visíveis.

### Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, localizado no município de Capão do Leão, RS.

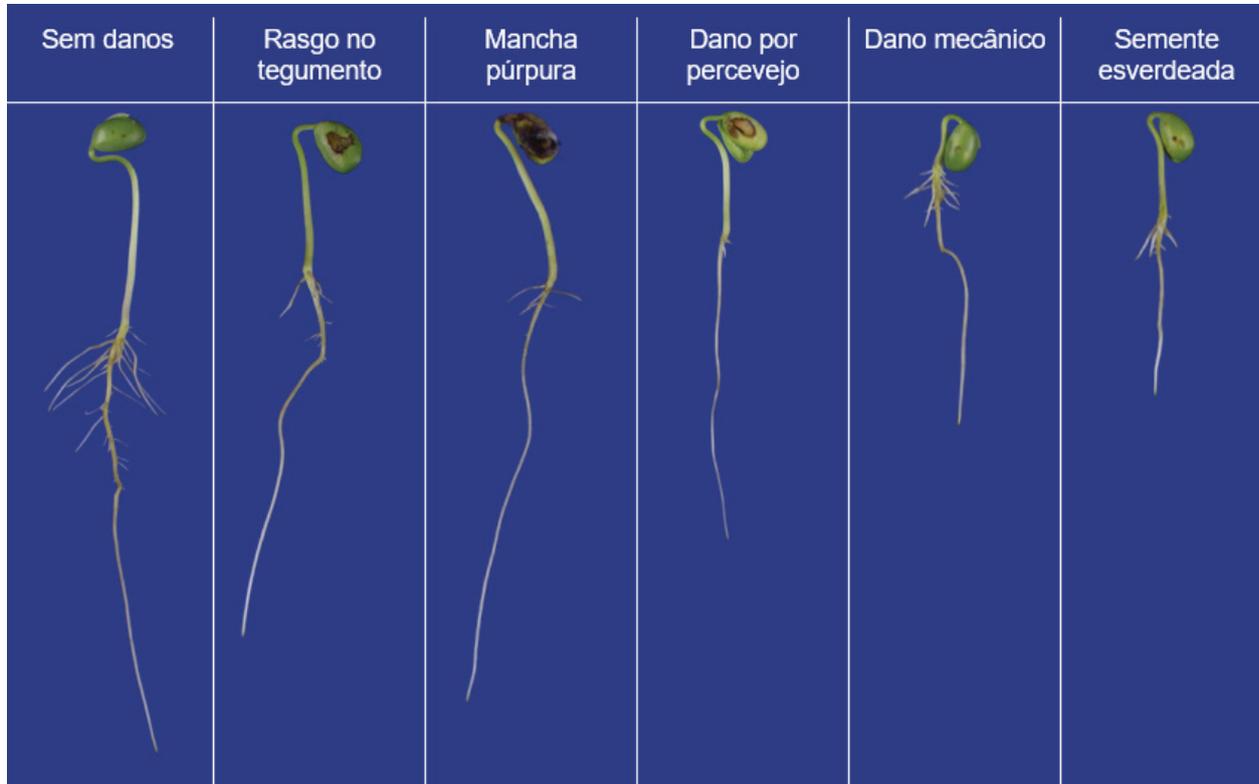
O lote foi submetido a um processo de separação manual das sementes, no qual foram separadas sementes pela presença de danos visíveis em sua superfície, sendo eles rasgo no tegumento, mancha púrpura, dano por percevejo, dano mecânico e sementes esverdeadas, juntamente com as sementes sem danos visíveis, totalizando seis tratamentos, com quatro repetições, que foram analisados em delineamento experimental inteiramente casualizado.

A implantação do teste foi similar ao comprimento de plântulas tradicional (Krzyzanowski et al., 2020), distribuindo 20 sementes em cada rolo de papel germitest umedecido com água destilada, da proporção de 2,5 vezes o peso seco do papel. Posteriormente, os rolos de papel foram acomodados em germinadores com temperatura constante de 25 °C.

As avaliações de comprimento total das plântulas foram realizadas por meio da captura e análise de imagens, durante o período de 120 horas, com intervalos de 12 horas entre as capturas de imagens das plântulas. Para isto, foi utilizando o equipamento Ground Eye S800D, juntamente com o software da empresa Tbit, possibilitando quantificar o comprimento das plântulas com elevada precisão, para posteriormente calcular a taxa de crescimento absoluta (TCA) entre o intervalo de 48 a 120 horas após a implantação do experimento, adaptando a fórmula de Reis e Muller (1979). Após o término das avaliações, os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste Dunett através do software em planilha eletrônica SPEED Stat.

## Resultados e Discussão

Através das análises de imagens foi possível observar nitidamente os efeitos de cada dano presente nas sementes ao longo do crescimento das plântulas de soja, como é demonstrado na Figura 1.



**Figura 1.** Plântulas de soja originadas de sementes com diferentes tipos de danos visíveis. Pelotas, 2024.

Ao analisar os resultados, constatou-se que houve diferença significativa no comprimento das plântulas entre a presença de danos em todos os períodos de avaliação do experimento (Tabela 1). Porém, em todos os casos, a presença de rasgo no tegumento não reduziu o comprimento das plântulas. Isto se deve pelas características deste dano, que torna a semente mais suscetível a danos por embebição rápida, considerando que o tegumento é responsável por regular a absorção de água (Marcos-Filho, 2015), algo que não ocorreu durante a condução deste experimento.

**Tabela 1.** Comprimento total e taxa de crescimento acumulado (TCA) de plântulas de soja no intervalo de 48 a 120 horas após o início da germinação, em função dos tipos de danos nas sementes. Pelotas, 2024.

Tipos de danos	48h	60h	72h	84h	96h	108h	120h	TCA (cm.h <sup>-1</sup> )
	.....cm.....							
Sem danos	1,72	3,19	4,73	6,83	9,69	12,82	16,50	0,21
Rasgo no tegumento	1,48 <sup>ns</sup>	3,25 <sup>ns</sup>	5,05 <sup>ns</sup>	7,75 <sup>ns</sup>	10,76 <sup>ns</sup>	14,06 <sup>ns</sup>	17,44 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
Mancha púrpura	1,38 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>*</sup>	4,30 <sup>ns</sup>	6,61 <sup>ns</sup>	9,51 <sup>ns</sup>	12,44 <sup>ns</sup>	15,78 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>
Dano por percevejo	0,53 <sup>*</sup>	1,37 <sup>*</sup>	2,61 <sup>*</sup>	4,36 <sup>*</sup>	7,30 <sup>ns</sup>	8,17 <sup>ns</sup>	12,5 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
Dano mecânico	0,69 <sup>*</sup>	1,49 <sup>*</sup>	2,52 <sup>*</sup>	4,26 <sup>*</sup>	5,37 <sup>*</sup>	6,64 <sup>*</sup>	9,56 <sup>*</sup>	0,12 <sup>*</sup>
Esverdeada	0,15 <sup>*</sup>	0,72 <sup>*</sup>	1,51 <sup>*</sup>	2,61 <sup>*</sup>	5,00 <sup>*</sup>	6,93 <sup>*</sup>	8,75 <sup>*</sup>	0,12 <sup>*</sup>
CV (%)	31,27	33,51	24,53	20,36	26,44	26,46	24,36	12,90

Médias seguidas pelo \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Embora na última avaliação (120 h) apenas dois dos danos tenham reduzido significativamente o tamanho das plântulas, a utilização de sementes que apresentaram presença de mancha púrpura contribui para um menor comprimento das plântulas nos primeiros dias após a germinação. Isto ocorre, pois a mancha púrpura é considerada um sintoma da presença de um fungo nas sementes de soja, *Cercospora kikuchii*, fungo este frequentemente associado a liberação de toxinas que podem reduzir o vigor das sementes (Morais, 2022).

Especialmente as sementes que possuíam danos ocasionados por percevejo apresentaram uma redução do tamanho das plântulas no período de 48 a 84 horas após o início da germinação, sendo este um importante comportamento relacionado à redução do vigor das sementes e consequente dificuldade de estabelecimento da cultura nos campos de produção, característica esta, que não seria detectado pela avaliação tradicional do comprimento de plântulas, realizada apenas com 120 horas.

Esta redução do tamanho médio das plântulas originadas de sementes com dano mecânico, em comparação as plântulas geradas pelas sementes sem a presença de danos visíveis, pode ser ocasionada pela ruptura de estruturas essenciais na qual o dano tenha atingido, comprometendo por completo o crescimento radicular ou da parte aérea das plântulas (Issa, 2019).

No caso das sementes esverdeadas, o menor crescimento das plântulas se deve possivelmente pela menor disponibilização de reservas para o eixo embrionário, considerando que a coloração típica das sementes esverdeadas está relacionada a baixa atividade das enzimas responsáveis por degradar a clorofila (Rangel et al., 2011).

A TCA refletiu as avaliações de comprimento das plântulas, especialmente a avaliação final realizada com 120 horas, na qual as sementes com dano mecânico e sementes esverdeadas produziram plântulas menores e com menor TCA, evidenciando a acentuada redução do vigor ocasionada por estes danos nas sementes de soja.

## Conclusão

A utilização de sementes de baixa qualidade, sobretudo aquelas que possuem danos ocasionados por percevejos e danos mecânicos, além das sementes esverdeadas, pode comprometer o estabelecimento das plantas de soja, devido à redução da velocidade de crescimento das plântulas nesta fase inicial.

## Referências

- ISSA, B. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja em determinados pontos durante o beneficiamento**. 2019. Monografia - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; GOMES-JUNIOR, F. G.; NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados em desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 2020. cap. 2. p. 79-140.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 136).
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015. 660 p.
- MORAIS T. R. **Vigor e germinação de sementes de soja com mancha-púrpura**. 2022. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, Urutaí.
- RANGEL, M. A. S.; MINUZZI, A.; PIEREZAN, L.; TEODOSIO, T. K. C.; ONO, F. B.; CARDOSO, P. C. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, p. 127-132, 2011.
- REIS, G. G. dos; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas: mensuração de crescimento**. Belém: FCAP, 1979. 39 p. (FCAP. Informe Didático, 01).

## DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA DE SOJA: INTERAÇÃO ENTRE MOMENTO E MÉTODO DE DESFOLHA SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES

BAGATELI, J. R.<sup>(1)</sup>; BAGATELI, R. M.<sup>(2)</sup>; VILLELA, F. A.<sup>(3)</sup>; MENEGHELLO, G. E.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Agrotelli; <sup>(2)</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná; <sup>(3)</sup>Universidade Federal de Pelotas.

### Introdução

Cultivares de soja que apresentam hábito de crescimento indeterminado apresentam florescimento, desenvolvimento das vagens e das sementes de forma escalonada, de baixo para cima. As vagens e sementes da parte inferior atingem a maturidade fisiológica antes que as demais, gerando, em alguns casos, dificuldades na definição do momento adequado para colheita de sementes (Comin et al., 2018).

A dessecação em pré-colheita consiste em aplicar um herbicida, geralmente de contato, quando a semente atinge o ponto de maturidade fisiológica, proporcionando algumas vantagens adicionais, como: antecipação, uniformidade e facilidade na colheita; redução de perdas na colheita; redução de impurezas; melhor qualidade das sementes colhidas; e ganhos na antecipação da semeadura da segunda safra (Smiderle, 2002).

Adicionalmente, na produção de sementes, a antecipação da colheita permite a obtenção de sementes de melhores qualidades fisiológica e sanitária, por evitar danos que possam ocorrer no campo devido às condições climáticas adversas, como chuvas na pré-colheita, bem como ataques de pragas e microrganismos (Veiga et al., 2007). Utilizando dessecação, foi possível antecipar a colheita em relação às plantas não dessecadas por até seis dias (Guimarães et al., 2012). Embora a temática já tenha sido bastante estudada, justificam-se novas pesquisas, pois novas cultivares podem apresentar comportamento distinto.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a interação entre a época (estádio fenológico) e diferentes métodos de desfolha (química e manual) sobre o rendimento e qualidade fisiológica de sementes.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido de fevereiro a julho de 2013 em Los Cedrales, Paraguai. Foram avaliados quatro métodos de desfolha [desfolha manual, e três herbicidas para desfolha química: Paraquat (1,5 l.ha<sup>-1</sup>), Diquat (1,5 l.ha<sup>-1</sup>) e Glufosinato (2,0 l.ha<sup>-1</sup>)], combinados com três estádios fenológicos [R 6, R 7.1 e R 7.3], além de um tratamento adicional, considerado testemunha sem dessecação, colhida em R 9.

O manejo cultural seguiu a recomendação técnica da cultura. A cultivar utilizada foi BMX Zeus 55157 RSF IPRO. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas de cinco linhas de 7 m de comprimento, espaçadas 0,45 m entre linhas, sendo colhida a área útil de três linhas centrais com 5 m de comprimento.

A colheita e debulha foram manual, sendo avaliado o rendimento, a massa de mil sementes (MMS) e as seguintes variáveis relacionadas à qualidade fisiológica das sementes: germinação, vigor primeira contagem, envelhecimento acelerado (48 h/41 °C), comprimento de raiz, da parte aérea e total das plântulas).

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para avaliar a interação entre o momento e os métodos de desfolha. Adicionalmente, foi utilizado o teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ) para comparar a testemunha sem dessecação com os demais tratamentos avaliados.

## Resultados e Discussão

De maneira geral, verificou-se que o rendimento, MMS e qualidade fisiológica das sementes das sementes obtidas na testemunha sem desfolha foi similar aos tratamentos com desfolha nos estádios R 7.1 e R 7.3 (Tabela 1), com exceção das variáveis relacionadas ao comprimento de plântulas (Tabela 2) onde a similaridade com a testemunha em algumas variáveis foi verificada apenas no estádio R 7.3, corroborando resultados obtidos por Comin et al. (2018).

**Tabela 1.** Variáveis de rendimento e qualidade fisiológica de sementes de soja cultivar BMX Zeus 55157 RSF IPRO em função do momento e método de desfolha em pré-colheita.

Variável Analisada	Método de desfolha	Estádio Fenológico					
		R_6		R_7.1		R_7.3	
Rendimento (kg. ha <sup>-1</sup> )	Desfolha Manual	1889	Ba*	2123	Aa	2201	Aa
	Paraquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	1922	Ba*	2182	Aa	2221	Aa
	Diquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	1926	Ba*	2190	Aa	2209	Aa
	Glufosinato (2,0 l.ha <sup>-1</sup> )	1954	Ba*	2195	Aa	2198	Aa
	Testemunha sem Aplicação	2190		CV(%)		3,23	
Massa de Mil Sementes (g)	Desfolha Manual	180,3	Cb*	191,4	Ba	195,6	Aa
	Paraquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	185,9	Ba*	192,9	Aa	192,0	Ab
	Diquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	186,3	Ba*	192,7	Aa	194,3	Aab
	Glufosinato (2,0 l.ha <sup>-1</sup> )	182,6	Bb*	193,5	Aa	192,6	Aab
	Testemunha sem Aplicação	193,7		CV(%)		0,7	
Germinação (%)	Desfolha Manual	73	Cb*	93	Ba	97	Aa*
	Paraquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	79	Ba*	95	Aa	98	Aa*
	Diquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	81	Ca*	93	Ba	97	Aa*
	Glufosinato (2,0 l.ha <sup>-1</sup> )	78	Ba*	93	Aa	96	Aa
	Testemunha sem Aplicação	92		CV(%)		2,07	
Vigor Primeira contagem (%)	Desfolha Manual	56	Cb*	87	Ba	93	Aa
	Paraquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	72	Ba*	90	Aa	94	Aa
	Diquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	71	Ba*	89	Aa	93	Aa
	Glufosinato (2,0 l.ha <sup>-1</sup> )	68	Ca*	88	Ba	92	Aa
	Testemunha sem Aplicação	89		CV(%)		2,6	
Envelhecimento acelerado 48 hs (%)	Desfolha Manual	58	Bab*	90	Aa	91	Aa
	Paraquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	57	Bb*	92	Aa	92	Aa
	Diquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	62	Ba*	89	Aa	92	Aa
	Glufosinato (2,0 l.ha <sup>-1</sup> )	60	Bab*	89	Aa	90	Aa
	Testemunha sem Aplicação	89		CV(%)		2,16	

Médias com \* diferem e sem \* não diferem da Testemunha sem aplicação pelo teste de Dunnet em cada variável analisada, a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna em cada variável analisada não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A comparação entre os tratamentos submetidos à desfolha química ou manual evidenciou (Tabelas 1 e 2) que se realizada no estádio R 6 há significativa redução no rendimento, de MMS e na qualidade fisiológica de sementes. Os resultados concordam com Lamego et al. (2013), que afirmam que pode haver deterioração em algum nível das sementes oriundas do estádio de dessecação R6. A desfolha manual realizada em R 7.1 reduz a MMS e a qualidade fisiológica das sementes em comparação ao estádio R 7.3, mas é superior ao estádio R6.

**Tabela 2.** Comprimento de plântulas de soja cultivar BMX Zeus 55157 RSF IPRO, em função do momento e método de desfolha em pré-colheita.

Variável Analisada	Método de desfolha	Estádio Fenológico					
		R_6		R_7.1		R_7.3	
Comprimento de parte aérea (cm)	Desfolha Manual	2,27	Cb*	3,97	Bb*	5,80	Aa
	Paraquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	2,93	Ca*	4,30	Bab*	5,70	Aa
	Diquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	2,77	Cab*	4,77	Ba	5,50	Aa
	Glufosinato (2,0 l.ha <sup>-1</sup> )	2,77	Cab*	4,57	Ba*	5,43	Aa
	Testemunha sem Aplicação	5,23		CV(%)		5,07	
Comprimento de raízes (cm)	Desfolha Manual	2,83	Ca*	5,70	Bb	6,43	Aa
	Paraquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	3,33	Ba*	6,33	Aab	6,73	Aa
	Diquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	3,40	Ba*	7,00	Aa*	6,57	Aa
	Glufosinato (2,0 l.ha <sup>-1</sup> )	3,33	Ba*	5,83	Ab	6,27	Aa
	Testemunha sem Aplicação	5,97		CV(%)		6,71	
Comprimento de plântulas (cm)	Desfolha Manual	5,10	Cb*	9,67	Bb*	12,23	Aa
	Paraquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	6,27	Ca*	10,60	Bb	12,43	Aa
	Diquat (1,5 l.ha <sup>-1</sup> )	6,17	Bab*	11,77	Aa	12,07	Aa
	Glufosinato (2,0 l.ha <sup>-1</sup> )	6,10	Cab*	10,40	Bb	11,70	Aa
	Testemunha sem Aplicação	11,20		CV(%)		5,29	

Médias com \* diferem e sem \* não diferem da Testemunha sem aplicação pelo teste de Dunnet em cada variável analisada, a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna em cada variável analisada não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em estudo de dessecação em pré-colheita, Daltro et al. (2010) concluíram que o uso dos desseccantes paraquat, diquat, paraquat+diquat e paraquat+diuron não afeta o rendimento e a qualidade fisiológica de sementes de soja, independente da época de aplicação.

## Conclusões

A dessecação com os produtos diquat e paraquat no estágio R 7.3 não reduz a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes. A produtividade, massa de mil sementes e qualidade fisiológica das sementes são reduzidas se for realizado dessecação no estágio R 6.

## Referências

- COMIN, R. C.; MENEGHELLO, G. E.; FRANCO, J. J.; LEVIEN, A. M.; KEHL, K.; COMIN, G. C. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas à dessecação em pré-colheita. *Colloquium Agrariae*, v. 14, n. 4, p. 112-120, 2018.
- DALTRO, E. M. F.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e; FRANCA NETO, J. B.; GUIMARÃES, S. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de desseccantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010.
- GUIMARÃES, V. F.; HOLLMANN, M. J.; FIOREZE, S. L.; ECHER, M. M.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; ANDREOTTI, M. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. *Planta Daninha*, v. 30, n. 3, p. 567-573, 2012.
- LAMEGO, F. P.; GALLON, M. I.; BASSO, C. J. I.; KULCZYNSKI, S. M. I.; RUCHEL, Q. I. I.; KASPARY, T. E. I.; SANTI, A. L. I. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Planta Daninha*, v. 31, n. 4, p. 929-938, 2013.
- SMIDERLE, O. J. **Dessecação na colheita de soja**: tecnologia que reduz perdas. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002. 6 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 1).
- VEIGA, A. D.; ROSA, S. D. V. F. da; SILVA, P. de A.; OLIVEIRA, J. A. de; ALVIM, P. de O.; DINIZ, K. A. Tolerância de sementes de soja à dessecação. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 3, p. 773-780, 2007.



**Comissão de  
Transferência de Tecnologia  
e Socioeconomia**

## SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO: AGRICULTURA BRASILEIRA E SUAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

CUNHA, R. C.<sup>(1)</sup>; ESPINDOLA, C. J.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

### Introdução

A expansão da soja no território brasileiro teve início nos anos de 1950 na região Sul do Brasil, e nos anos de 1970, expandiu-se para a região Centro-Oeste, decorrente, sobretudo, dos incentivos fiscais do Programa Nipo-Brasileiro de Cooperação para o Desenvolvimento do Cerrado – PRODECER; do estabelecimento de firmas produtoras e processadoras de grãos e de carne na Região Centro-Oeste e Nordeste; do baixo valor da terra, se comparado aos preços então praticados na região Sul durante a década de 1970 e 1980; da topografia muito favorável à mecanização, o que propicia a economia de mão de obra; do bom nível econômico e tecnológico dos produtores; e do regime pluviométrico altamente favorável ao cultivo de verão (Cunha, 2020). Contudo, além desses fatores responsáveis pela introdução da soja no Sul do Brasil e de sua expansão para a Região Centro-Oeste e, mais recentemente, Nordeste e Norte, outro aspecto fundamental foi o desenvolvimento de um conjunto de inovações desenvolvidas por instituições públicas e privadas. Nesse sentido, o objetivo deste texto é apresentar a contribuição do sistema nacional de inovação, liderado pela Embrapa, na introdução, desenvolvimento e difusão das inovações referentes à agricultura brasileira.

### Material e Métodos

Para alcançar esse objetivo, o texto é embasado na literatura neoschumpeteriana (Lundvall, 1992; Nelson; Rosenberg, 1993; Freeman, 1995; Dosi, 1997), sobretudo nos conceitos de sistema de inovação. Tendo em vista a existência de diferentes tipos de inovações (processo, produto, marketing e organizacional), e o fato de a agricultura brasileira envolver uma série de segmentos, optou-se pela análise das inovações como melhoramento genético e plantio direto que promovem o desenvolvimento do processo biológico de produção. Na elaboração deste artigo, optou-se pela abordagem exploratória, que adota a busca de informações a respeito de certo assunto e envolve o levantamento bibliográfico e documental (Gil, 1994).

Operacionalmente, o artigo foi desenvolvido com base em parâmetros bibliográficos e documentais, fundamentando-se em fontes primárias, secundárias e pesquisas de campo. O levantamento de dados estatísticos foi realizado nos relatórios da Embrapa, nos relatórios do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) e nos relatórios da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

### Resultados e Discussão

Demonstrou-se que o surgimento do Sistema de Inovação na agropecuária se confunde com a Embrapa, que nasceu em 1973 e teve como objetivo desenvolver trajetórias tecnológicas para a agricultura brasileira. Inserida no seio dos planos de desenvolvimento nacional, o padrão técnico-científico estabelecido visava ao aumento da produtividade nas áreas já ocupadas, bem como para a incorporação das novas fronteiras agrícolas. O sistema Embrapa manteve estreitas relações de pesquisa com os organismos internacionais, com a finalidade de adquirir *know-how* para o desenvolvimento de cultivares e de outras tecnologias para produção de bens agrícolas, sobretudo a soja.

Afirmou-se ainda que, a partir dos anos 2000, o sistema Embrapa começou a operar viabilizando soluções para o desenvolvimento sustentável da agricultura, por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias. A empresa lidera uma rede nacional de pesquisa agropecuária que, de forma cooperada, executa pesquisas nas diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico. Além das 42 Unidades Descentralizadas de Pesquisa, a rede é constituída por dezesseis Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAS), universidades e institutos de pesquisa de âmbito federal ou estadual, empresas privadas e fundações. Entre os parceiros da Embrapa Soja constam: IAC, IAPAR (atual IDR-Paraná), OCEPAR (atual COODETEC), IPAGRO (atual FEPAGRO), EMGOPA, EMATER-GO, CTPA, AGENCIARURAL, SEAGRO, EPAMIG, COPAMIL, EPAER-MS, EPABA (atual EBDA), Cooperativa Agrícola Cotia-C.C (atual COOPADAP), EMPAER-MT, APROSMAT/Itamaraty Agropecuária Ltda., Fundação Mato Grosso, FAPCEN, Fundação Cerrados, Fundação Meridional, Fundação Bahia, Fundação Pró-Semente, Fundação Vegetal e Fundação Centro-Oeste, Monsanto, Bayer, BASF, Syngenta, entre outros (Cunha, 2020).

Especificamente, no caso de pesquisas direcionadas para a cultura da soja, em 1975, foi criada uma unidade da Embrapa em Londrina, PR, denominada Centro Nacional de Pesquisa da Soja (CNPSo), atualmente Embrapa Soja. O resultado de todo esse sistema nacional, liderado pela Embrapa, foi a descoberta e adaptabilidade de novas inovações tecnológicas em todo o território brasileiro, especialmente no Cerrado.

Esse aparato institucional foi direcionado para promover a superioridade tecnológica em ramos agrícolas. Seu papel vai além da ciência básica, envolve o direcionamento de recursos para áreas específicas e geográficas no setor agrícola nacional. Argumentou-se que as pesquisas da Embrapa produziram importantes inovações em processo e produtos, nas áreas de melhoramento genético, técnicas de calagem, melhorias de pastagens, fixação biológica de nitrogênio, práticas de manejo, entre outras.

Assim, em relação à área cultivada com cultivares melhoradas geneticamente, adaptadas às condições e às necessidades das regiões tropicais e subtropicais do Brasil, desenvolvidas pelo Sistema Nacional de Inovação, em 2019, o Brasil tornou-se o segundo maior player, com 26,4% de toda a área plantada com cultivares Geneticamente Modificadas (GM) no mundo, ficando atrás apenas do Estados Unidos da América (39,5%) (Bandeira, 2021). Em 2019, a taxa de adoção de cultivares GM no Brasil na soja foi de 95,7%, no milho 88,9% e no algodão 89,9% (Bandeira, 2021). Em pouco mais de cinco décadas de pesquisa em melhoramento genético, o sistema Embrapa entregou para a agricultura nacional mais quatrocentas cultivares de soja; trinta dessas cultivares são de soja convencional que podem ser semeadas em praticamente todas as regiões de cultivo (Cunha, 2020).

O sistema composto com a Embrapa, OEPAS, universidades e institutos de pesquisas e empresas privadas e a extensão rural, ao longo de cinquenta anos, desenvolveu e aplicou tecnologias sofisticadas. Nessa constelação de inovações tecnológicas constam conservação e manejo de solo e terras aráveis, em outras palavras, manuseamento sem aração, pelo qual os grãos são cultivados com a mínima mobilização do solo – o Sistema de Plantio Direto (SPD). Em 1975, era quase inexistente esse processo inovativo. Contudo, em 2018, 46,4 milhões de hectares estavam cobertos pelas palhas do sistema de plantio direto, representando 57,7% das terras agricultáveis nacionais (Cunha, 2020). Essa tecnologia negligencia o uso de maquinaria para gradear e arar o solo tropical brasileiro. E, em consequência, gera economia, sobretudo em combustível, e, com isso, reduz o processo erosivo em terreno agrícola e a necessidade de fertilizantes químicos.

O resultado de todo esse sistema nacional, liderado pela Embrapa, foi e é fundamental na descoberta e adaptabilidade de novas inovações tecnológicas em todo o território brasileiro, especialmente no Cerrado. Com isso, forjaram-se inovações acerca da conservação e sustentabilidade do solo, assim como em nanotecnologia e em formas de gestão administrativa empresarial dentro das fazendas. O sistema Embrapa é um caso genuinamente brasileiro do Estado empreendedor (Mazzucato, 2014).

## Conclusão

Dessa maneira, considera-se que:

1) a agricultura moderna, mecanizada e inovadora tecnologicamente é filha direta da dimensão dinâmica do processo de industrialização e urbanização brasileira;

(2) a agricultura brasileira sofreu intervenção direta do Estado nacional. Isso pois, através de inovações nos mecanismos de apoio integral a pesquisa agropecuária; ou seja, a agricultura moderna no Brasil é derivada maciçamente de investimentos públicos em seu sistema de inovações tecnológica na agropecuária;

(3) a Embrapa e sua rede de pesquisa e desenvolvimento foram fundamentais para expansão e consolidação da agricultura nacional. A Embrapa e sua rede são um dos maiores *cases* de sucesso de inovação agropecuária no mundo;

(4) ao contrário do que pode suspeitar o senso comum, a agricultura brasileira consorcia alta produtividade com sustentabilidade ambiental, de maneira principal, pelo melhoramento genético e o plantio direto.

## Referências

- BANDEIRA, J. L. **A dinâmica geoeconômica do setor de genética vegetal no Brasil**: os casos de milho, soja e trigo. 2021. 280 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Geociências, Universidade de Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CUNHA, R. C. C. **A geoeconomia da cadeia produtiva da soja no Brasil**. 2020. 313 f. Tese (Doutorado) - Universidade de Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- DOSI, G. Opportunities, incentives and collective patterns of technological change. **The Economic Journal**, v. 107, p. 1530-1547, 1997.
- FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective of economics. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 5, p. 5-24, 1995.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207 p.
- LUNDEVALL, B. A. **National systems of innovation**: towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter, 1992. 342 p.
- MAZZUCATO, M. **O estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público x setor privado. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014. 378 p.
- NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In. NELSON, R. R. (ed). **National innovation systems**: a comparative analysis. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 3-22.

## A PARTICIPAÇÃO DA SOJA NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS COM LAVOURAS TEMPORÁRIAS NO BRASIL

LIMA, D.<sup>(1)</sup>; OLIVEIRA, A. B. DE<sup>(1)</sup>; PRANDO, A. M.<sup>(1)</sup>; CARNEVALLI, R. A.<sup>(1)</sup>; BORGES, R. S.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR, divania.lima@embrapa.br.

### Introdução

O saldo da balança comercial do Brasil em 2023 foi de US\$98,8 bilhões. O agronegócio foi o principal responsável pelo superávit e a soja ocupou a liderança nas exportações do setor. Na safra agrícola 2023/2024, a área ocupada com soja no país foi de 45,2 milhões de hectares e a produção estimada em 146,5 milhões de toneladas (Conab, 2024). Apesar desse feito, poucos são os estudos sobre as características dos estabelecimentos agropecuários que produzem a soja brasileira.

No país, o instrumento mais completo que dispõe de dados sobre a atividade agropecuária é o Censo Agropecuário, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O trabalho objetivou consolidar as informações dos estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias, nas regiões do Brasil e analisar a inserção da soja nesses estabelecimentos, a partir dos dados do Censo Agropecuário 2017.

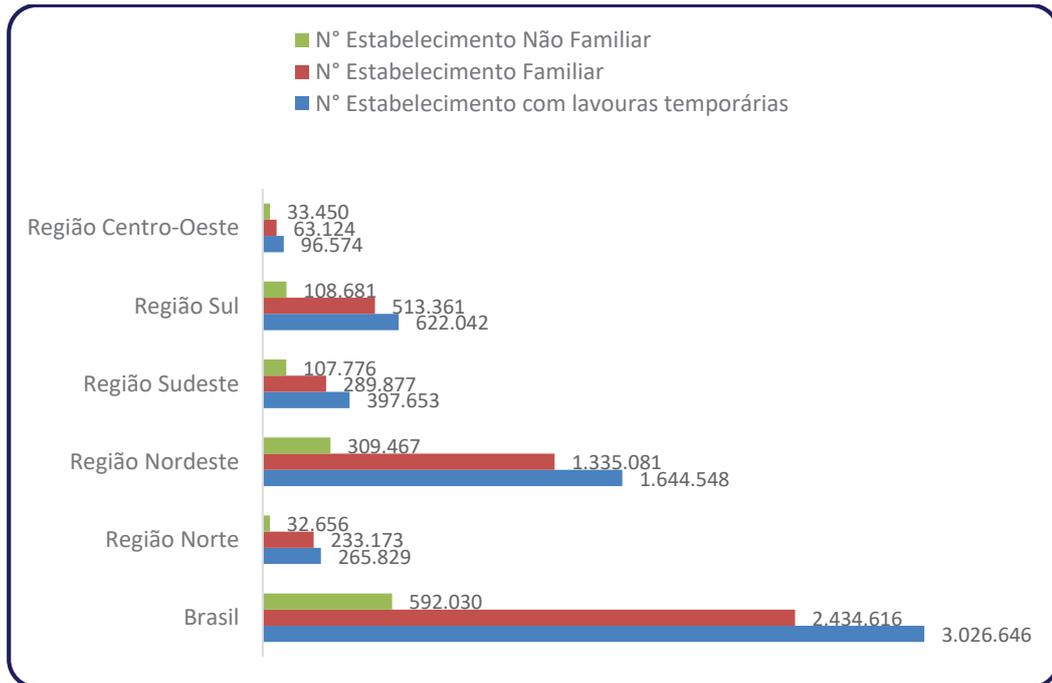
### Material e Métodos

Os dados utilizados foram obtidos do Censo Agropecuário 2017, disponíveis no site do IBGE (IBGE, 2019). As variáveis analisadas foram: número de estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias; número de estabelecimentos agropecuários que cultivaram soja e condição do produtor em relação a terra.

Ressalta-se que o Censo Agropecuário 2017 classifica os estabelecimentos agropecuários familiares de acordo com os seguintes critérios, previstos na Lei nº 11.326, de 2006 e no Decreto nº 9.064, de 2017: o limite do tamanho da área do estabelecimento agropecuário, medido em módulos fiscais; a predominância da força de trabalho familiar no processo produtivo e da geração da renda; a fonte da renda familiar oriunda das atividades econômicas realizadas no estabelecimento ou empreendimento e a gestão do estabelecimento ser de responsabilidade estritamente familiar (Brasil, 2017).

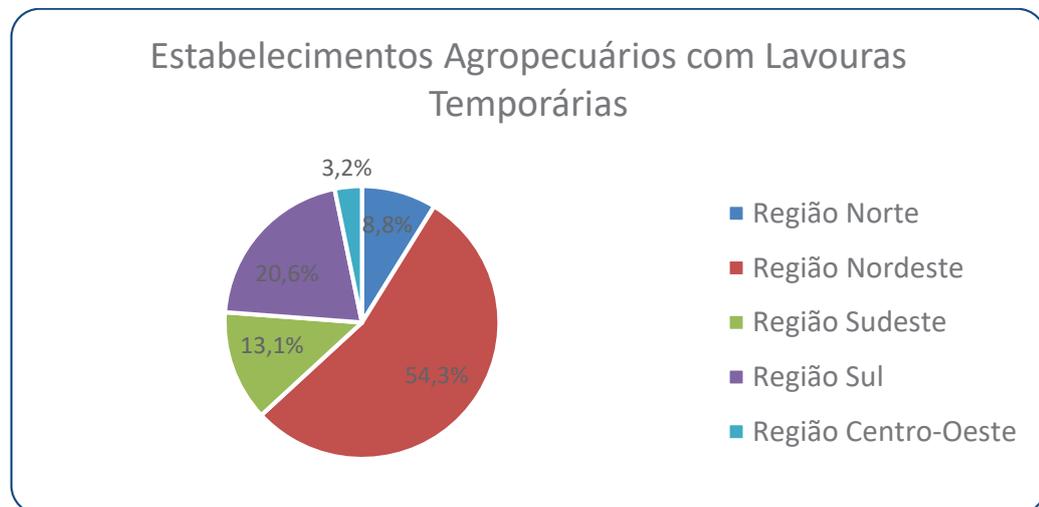
### Resultados e Discussão

O último Censo Agropecuário apontou que há no Brasil 3.026.646 estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias (IBGE, 2019). Analisando os dados, constata-se que em todas as regiões do país, as lavouras temporárias são cultivadas predominantemente nos estabelecimentos classificados como familiares (Figura 1). Esses estabelecimentos representam 80,4%, enquanto que os classificados como não familiares representam 19,6%. Assim pode-se afirmar, que a produção de alimentos no país é realizada, majoritariamente, por agricultores familiares.



**Figura 1.** Número e qualificação dos estabelecimentos com lavouras temporárias no Brasil e suas diferentes regiões.

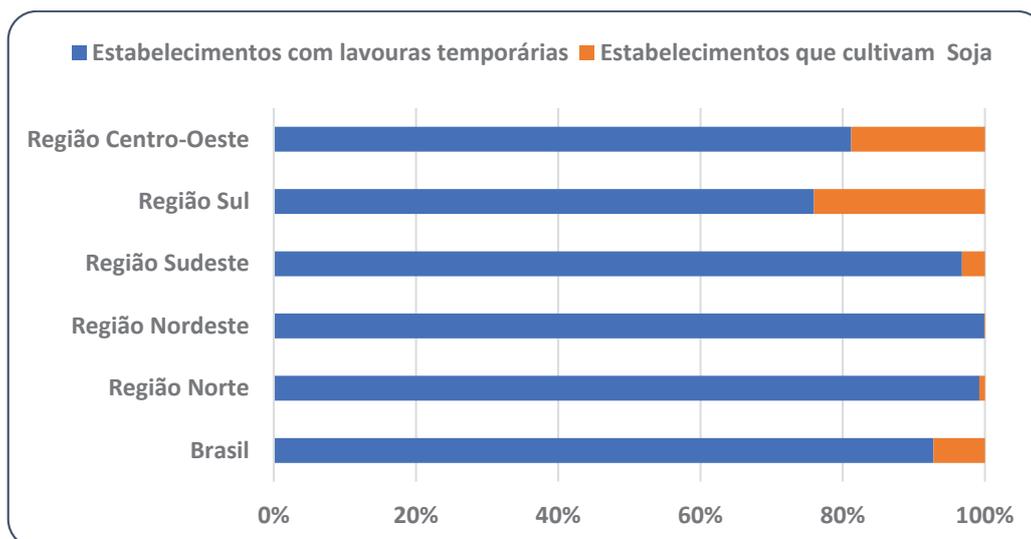
A Região Nordeste concentra o maior número de estabelecimentos com lavouras temporárias no país (54,3%), seguida das Regiões Sul, Sudeste, Norte e Centro-Oeste (Figura 2).



**Figura 2.** Distribuição dos estabelecimentos com lavouras temporárias, nas diferentes regiões do Brasil.

De acordo com o Censo Agropecuário 2017, a soja é cultivada em 236.245 estabelecimentos, o que representa 7,8% das propriedades com culturas temporárias no país. Desses estabelecimentos, 69,7% foram classificados como empreendimento familiar e apenas 30,3% como empreendimento não familiar. Isso evidencia que, mesmo a commodity mais exportada pelo agronegócio brasileiro, tem uma forte participação da agricultura familiar.

Na Região Nordeste a soja é cultivada em apenas 0,1% dos estabelecimentos (Figura 3), ou seja, em 1.544, sendo que 794 estão localizados na Bahia, 449 no Maranhão, 273 no Piauí e os outros 28 distribuídos nos seis demais estados da região.



**Figura 3.** Presença da soja nos estabelecimentos com lavouras temporárias, nas diferentes regiões do Brasil.

A Região Sul apresenta o maior número de estabelecimentos que cultivam a soja. A oleaginosa encontra-se presente em 31,7% das propriedades que cultivam lavouras temporárias (Figura 3). A soja é cultivada em 41,4% dos estabelecimentos no Paraná, em 31,3% no Rio Grande do Sul e em 13,0% de Santa Catarina.

Na Região Sudeste, a soja está presente em apenas 3,3% dos estabelecimentos (Figura 3) e concentra-se, basicamente, no estado de São Paulo.

Na Região Norte, a soja é cultivada em apenas 0,8% dos estabelecimentos (Figura 3), basicamente nos estados do Tocantins, do Pará e de Rondônia. Acredita-se que o próximo Censo Agropecuário a ser realizado, trará informações expressivas, relativas à ampliação do cultivo da soja nessa região, sobretudo relacionadas ao estado do Tocantins, onde a área cultivada com soja vem aumentando anualmente.

O Centro-Oeste é a segunda região com o maior número de estabelecimentos que cultivam a soja. A oleaginosa está presente em 23,2% desses estabelecimentos.

Os dados apresentados referem-se ao último Censo, contudo, considerando a velocidade com que o agronegócio vem avançando, torna-se salutar a disponibilização de dados recentes ao setor produtivo e científico. Assim, a realização sistemática do Censo Agropecuário é fundamental para a coleta de dados que melhor qualifiquem as atividades desenvolvidas nos estabelecimentos rurais brasileiros.

## Conclusão

A soja está presente em todas as regiões brasileiras, sendo cultivada tanto em estabelecimentos familiares quanto não familiares.

O Rio Grande do Sul possui o maior número de estabelecimentos que cultivam soja, mas a proporção dos estabelecimentos com a oleaginosa no Paraná é mais expressiva.

## Referências

BRASIL. Presidência da República. Secretaria-Geral. Decreto nº 9.064, de 31 de maio de 2017. Dispõe sobre a Unidade Familiar de Produção Agrária, institui o Cadastro Nacional da Agricultura Familiar e regulamenta a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e empreendimentos familiares rurais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 31 maio 2017, edição extra, p 11. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm). Acesso em: 15 maio 2024.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, safra 2023/24, oitavo levantamento, v. 11, n. 8, maio 2024. 140 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 15 maio 2024.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario>. Acesso em: 5 maio 2024.



# Índice de Autores

# Índice de Autores

<i>Autor</i>	<i>Nº trabalho</i>		
<b>A</b>			
AGUIAR, F. S. B.	37		
ALMEIDA, A.	16		
ALMEIDA, R. E. M.	8		
ALMEIDA, R. T. R.	30		
ANTUNES, R. F. D.	29		
ARAÚJO, F. A.	36, 46		
AREAS, D. R.	30		
AZEVEDO, J. M. P. M.	23, 24		
<b>B</b>			
BAGATELI, J. R.	50		
BAGATELI, R. M.	50		
BARRETO, C. A. M.	37		
BASSETTO JUNIOR, N.	2, 14, 15, 21		
BATISTA, T.	34		
BELLETTINI, S.	12		
BELUFI, L. M. de R.	31, 11, 36		
BERGAMIN, A. C.	11		
BERTOTI, F. A. V.	2, 14, 15, 21		
BIGARAN, A.	16		
BONALDO, S. M.	20		
BONANI, J. C.	32		
BORGES, R. S.	52		
BORTONIO, M. V. M.	46		
BOTELHO, I. B.	49		
BRAGA, D. B.	34		
BRUINSMA, M. S.	49		
BUCHE, G.	10		
BUENO, A. de F.	17		
BUENO, C. J.	18, 19		
<b>C</b>			
CACIQUE, I. S.			36
CALONEGO, J. C.			42
CAMARGO, J. F. M.			27
CAMPOS, L. J. M.			8
CARNEIRO, G. J.			12
CARNEVALLI, R. A.			52
CARVALHO, A. N. C.			37
CARVALHO, K. V.			5
CARVALHO, K. V. P.			24
CASTRO, C. de			45
CHAGAS, D. F.			22
CISCON, G. P.			12
CONSTANTINO, E. J.		11, 23, 24, 36	
COSTA, D. A. D.			11, 36
COSTA, R. V.			8
COSTAMILAN, L. M.			26
CRIALESI, R. M. S.			23, 24
CRUSIOL, L. G. T.		4, 6, 7, 9, 10, 45	
CUNHA, R. C.			51
<b>D</b>			
DELALIBERA, H. C.			1
DIOGO, M. S.			19
DIOTTO, A. V.			46
DOVIGO, G.			2, 14
<b>E</b>			
ECKER, G. B.			29
ESPINDOLA, C. J.			51
EVARISTO, A. B.			8

**F**

FARIA, C. M. D. R.	22
FARIAS NETO, A. L.	11, 36
FARIAS, B. R. R.	42
FARIAS, G.	20
FARIAS, J. R. B.	4, 6, 7, 9, 10
FAVORETO, L.	27
FENNER, K. R.	23
FIORINI, T. M.	23
FIORINI, T.M.	24
FOLONI, J. S. S.	4, 6, 7, 9, 10, 40
FRANÇA NETO, J. B.	48
FRANCESCHINI, D. F. N.	41
FRANKE, I. L.	38
FURLAN, S. H.	18
FURLANETTO, R. H.	6, 7, 45
FURTADO, E. L.	19

**G**

GARAFFA, J. P.	25
GARBIATE, M. V.	32
GARCIA, A. B.	35
GHEÑO, E. N.	11, 36
GIANLUPPI, D.	3
GIANLUPPI, G.	3
GIL, H. P. V.	13
GODOY, C. V.	26, 30, 32
GONÇALVES, J. V. F.	6, 7, 45
GONÇALVES, S. L.	4, 6, 7, 9, 10
GREGORIO, L. G. F.	49
GUIMARÃES, M. de R. F.	29

**H**

HANSEL, F. D.	47
HENNING, F. A.	23, 48
HIRATA, E.	34
HIROSE, E.	8, 13

**J**

JESUS, S. P. de	29
JOSÉ, F. G. M.	35
JUVENCIO, A.	13

**K**

KAFER, J. M.	40
KRZYZANOWSKI, F. C.	48
KUDLAWIEK, K.	23, 24, 36

**L**

LEITE, J. A. B. P.	18, 19
LEONARDI, H.	20
LIMA, D.	52
LOCATELLI, M.	11, 36, 38
LONARDONI, E. A.	35
LOPES, I. de O. N.	36
LORETO, R. B.	27
LUIZ, A. C. M.	37
LULU, J.	11, 36

**M**

MACHADO, A. C. Z.	27, 35
MACIEIRA, G. A. A.	44
MACRUZ, P. D.	30
MAIA, K. L.	28
MANTOVANI, F.	47
MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.	26, 30
MARIN, S. R. R.	17, 39
MARINHO, J. T. de S.	38
MARQUES, D. B.	29
MARQUES, D. J.	37, 46
MARQUES, J. P. R.	20, 43
MATHIONI, S. M.	29
MATOS, V. O. R. L.	34
MAZZUTTI, M. V.	46
MEIRELLES, L. G.	2, 14, 15, 21
MELLO FILHO, O. L.	8
MELLO, F. E. de	29, 34

MELO, A. M. M. F.	28	<b>P</b>	
MELO, E. P.	28	PAES, B. L.	32
MENEGHELLO, G. E.	49, 50	PEGO, S. P. S.	11, 36
MENEGUETI, L. D.	12	PENTEADO, F. G.	22
MERTZ-HENNING, L. M.	6, 7, 10, 17, 39, 40	PEREIRA, A. F.	48
MEYER, M. C.	4, 9, 26, 27, 30, 32	PEREIRA, K. G. S.	31
MOCCELLIN, R.	22	PEREIRA, M. H. B.	44
MORAES, J. S.	17	PETEK, M. R.	48
MORAES, L. A. A.	47	PIEPER, M. S.	49
MORAES, L. A. C.	6, 7, 10, 30	PILAU, E. J.	30
MORAES, M. F. de	42	PINHEIRO, P. V.	13
MOREAU, M.	47	PINTO, A. P. A. C.	23, 24
MOREIRA, E.	36	PINTO, S. S.	44
MOREIRA, E. A.	11	PITTELKOW, F.	11, 31, 36
MOSCHEN, C. J.	41	PORTO, C.	30
MULLER, M. A.	36	POSSAMAI, E. J.	1
MUNIZ, F.	11, 36	POSSER G. F.	49
		PRANDO, A. M.	52
<b>N</b>		PUGA, A.	47
NANNI, M. R.	6, 7, 45		
NEPOMUCENO, A. L.	6, 7, 10, 17, 39	<b>R</b>	
NEUMAIER, N.	4, 6, 7, 9, 10	RABELO, L. N.	37
NICOLETTO, M. L. A.	33, 35	RAMOS JUNIOR, E. U.	11, 23, 24, 36, 41
NORILER, S. A.	33, 35	RAMOS, B. M.	23
NUNES, H. B.	5	REIS, J.	47
		REIS, V. E. S.	23
<b>O</b>		RIBEIRO, J. B. O.	37
ODA, M.	36	RISPOLI, A. C.	23, 24
OLIVEIRA JUNIOR, A. de	45	ROBIS, G. M.	42
OLIVEIRA, A. B. de	52	RODRIGUES, E. M. D. S.	25
OLIVEIRA, A. G.	33, 35	RODRIGUES, M.	47
OLIVEIRA, F. A. de	45	ROGGIA, I.	17
OLIVEIRA, G. R.	43	ROSA, J. da	17
OLIVEIRA, J. P.	33, 35	ROSSATTO, E. W. P.	2, 14
OLIVEIRA, L. G. P. de	12		
OLIVEIRA, L. M.	34	<b>S</b>	
OLIVEIRA, M. C. N. de	4, 16	SABINO, G. M.	24
OLIVEIRA, R. H. F.	43	SANTOS, C. G. T. dos	20
		SANTOS, E. P. dos	31
		SANTOS, F. F.	23, 24

SANTOS, J. H. W. M. M.	8, 13	<b>U</b>	
SANTOS, M. S.	31	ULSENHEIMER, I.	31
SANTOS, S. P.	23, 24	<b>V</b>	
SANTOS, Y. G.	43	VERSARI, L. R.	23, 24
SCHIPANSKI, C. A.	22	VIANA, A. J. C.	17
SEHABER, V. F.	16	VICENTE, N. G.	5
SEIXAS, C. D. S.	26	VIERA, D. S.	33
SIBALDELLI, R. N. R.	4, 6, 7, 9, 10, 45	VIGNOLA, P. C. P.	2, 14, 15, 21
SILVA JUNIOR, M. A.	12	VILLELA, F. A.	50
SILVA, A. M. V.	39, 40	<b>W</b>	
SILVA, A. O. da	42	WATANABE, L. F. M.	2, 14, 15, 21
SILVA, B. M. da	10	WILLRICH, R. V. R.	25
SILVA, D. V.	35	WRUCK, D. S. M.	23, 24, 36, 41
SILVA, G. F. da	42	WRUCK, T. M.	23, 24
SILVA, P. A. S.	47	<b>X</b>	
SILVA, S. A.	35	XAVIER, M. F.	23, 24
SILVEIRA, J. M.	1	<b>Z</b>	
SMIDERLE, O.J.	3	ZANZARIN, D. M.	30
SOARES, J. R. B.	42	ZITO, R. K.	8
SOARES, R. M.	26		
SOSA-GÓMEZ, D. R.	16		
SOUZA, A.G.	3		
SOUZA, E. M. G.	39, 40		
STACKE, R. F.	34		
STRAPAZZON, A. S.	23, 24		
STÜRMER, S. L.	46		
<b>T</b>			
TERHORST, T.	25		
TEZOTTO, T.	43		
TOMEN, A.	11, 36		
TURRA, H. Z.	24		

