

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E PRATICABILIDADE AGRONÔMICOS DO TRATAMENTO
DE SEMENTES NO CONTROLE DA *Macrophomina phaseolina* NA CULTURA DA SOJA
(*Glycine max*) NA SAFRA 2022/23 NAS CONDIÇÕES DE MATO GROSSO DO SUL

Protocolo: FMS/FP 4106/22

Responsável Técnico: Eng. Agr. Dra. Ana
Claudia Ruschel Mochko (CREA 65838/MS).
Pesquisadora da FUNDAÇÃO MS.

Maracaju, MS
Abril de 2023

LAUDO TÉCNICO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E PRATICABILIDADE AGRONÔMICOS DO TRATAMENTO DE SEMENTES NO CONTROLE DA *Macrophomina phaseolina* NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*) NA SAFRA 2022/23 NAS CONDIÇÕES DE MATO GROSSO DO SUL

PROTOCOLO: FMS/FP 4106/22

INSTITUIÇÃO EXECUTORA: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 37.213.139/0001-23, com sede na Cidade de Maracaju, Estado de Mato Grosso do Sul, na Estrada da Usina Velha, km 2, Caixa Postal 137, CEP 79.150-000.

EMPRESA REQUERENTE: Fundação MS

AUTORES: Eng^a. Agr^a. Dra. Ana Claudia Ruschel Mochko e Eng^a. Agr^a Natália Patrícia Ungri

OBJETIVOS: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficácia e a praticabilidade agronômica de produtos biológicos, no controle da *Macrophomina phaseolina*, em condições de campo, além de registrar possíveis efeitos de fitotoxicidade à referida cultura, parâmetros agronômicos e o rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glicine max* L. Merrill) é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae, sendo o grão mais consumido no mundo, tanto para a alimentação humana e animal, quanto para produção de biocombustíveis, além de inúmeras outras opções como a produção de cosméticos, tintas, adesivos, fibras e plásticos (SOSA-GÓMEZ, et al., 2014).

As condições de clima e solo encontradas no Brasil, fez com que o país se tornasse líder na produção mundial do grão, com estimativa de produção de 312,2 milhões de toneladas na safra 2022/23, cerca de 15% a mais que a safra anterior (CONAB, 2022).

Mesmo com números tão impressionantes, o cultivo de soja no Brasil ainda apresenta fatores limitantes quanto a exploração do máximo potencial de produtividade, sendo que um destes principais fatores é a ocorrência de doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides, os quais podem ocorrer durante todo o ciclo da cultura (BENDER, et al., 2019).

A ocorrência de patógenos de solo é um fator limitante para a obtenção de altas produtividades da soja. Dentre as espécies de maior importância, destaca-se a *Macrophomina phaseolina*, agente causal da podridão de carvão. Esse fungo é capaz de afetar mais de 500 espécies de plantas (Dhingra e Sinclair, 1975; Ghosh et al., 2018), apresenta ocorrência generalizada em todas as regiões de cultivo de soja no mundo, sendo especialmente problemática em países tropicais e subtropicais (Abawi e Pastor-Corrales, 1990; Diourte et al., 1995; Wrather et al., 2001), onde é favorecida por condições de baixa umidade do solo (abaixo de 60%) e altas temperaturas (30-35°C) (Kendig et al., 2000; Jordaan et al., 2019).

Ao infectar as raízes da planta hospedeira no estágio de plântula, o fungo afeta o sistema vascular, interrompendo o transporte de água e nutrientes para as partes superiores das plantas, resultando na morte prematura do hospedeiro. Os sintomas observados incluem o amarelecimento e a senescência das folhas que permanecem aderidas aos caules pelos pecíolos, e no estágio de maturação fisiológica, ocorre a descamação dos tecidos corticais da raiz principal e da base do caule, que apresentam a aparência acinzentada devido à abundância de microescleródios (Short et al., 1978; Wyllie, 1988 ; Sinclair e Backman, 1989 ; Smith e Carvil, 1997).

Dentre as estratégias de manejo a serem adotadas para o manejo da podridão de carvão, incluem o tratamento de sementes com fungicidas, uso de agentes de controle biológico no solo, evitar alta densidade de plantas, utilização de cultivares resistentes, e fertilização e manejo adequado do solo, visando favorecer o desenvolvimento de atividade microbiana e do sistema radicular das plantas (Ishikawa et al., 2017; Mayek et al., 2001, Kaur et al., 2012).

MATERIAL E MÉTODOS

Local e data

O experimento foi conduzido em condições de campo na área experimental da Fundação MS, localizada na Rodovia BR 267, Mini Anel, s/n, Fazenda Três Ouros, Zona Rural, 79150-000 no município de Maracaju-MS, tendo como coordenadas 21°38'22.91"S e 55°11'29.18"O, e altitude de 384 metros.

Variedade, sementeira, sistema de cultivo e dados climáticos

Utilizou-se a cultivar ICS 7019, sendo que este material é recomendado para cultivo na região. A cultura foi estabelecida em sistema de sementeira de plantio direto. A sementeira foi realizada no dia 26 de novembro de 2022, a germinação ocorreu em 01 de novembro de 2022 e a colheita no dia 23 de março de 2023.

Os dados climáticos, como índices pluviométricos, temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa do ar registrados na área experimental, durante a condução do ensaio, podem ser visualizados no gráfico abaixo:

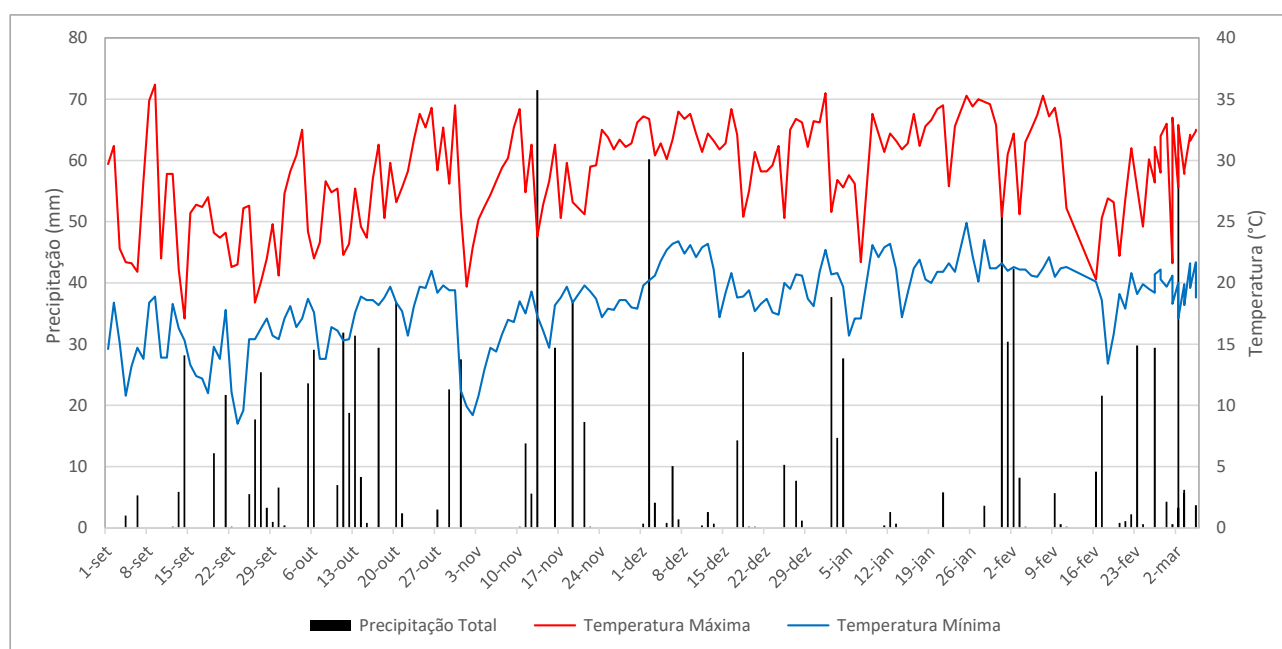


Figura 1. Variáveis climáticas como precipitação, temperatura máxima e mínima, bem como a temperatura registradas durante o desenvolvimento do experimento. Estação meteorológica Farmers Edge. Maracaju, MS, 2023.

Aplicações de produtos fitossanitários para manutenção da cultura da soja

Na descrição abaixo, é possível verificar os produtos fitossanitários utilizados no decorrer do ciclo da cultura da soja, a fim de garantir a sanidade da lavoura bem como a manutenção de seu potencial produtivo (Tabela 3).

Tabela 3. Produtos fitossanitários utilizados, alvo biológico, dose empregada e estágio fenológico da cultura no momento da aplicação. Maracaju, MS, 2023.

Produto Comercial	Dose	Estádio Fenológico
Standak Top	100	Tratamento de Sementes
Votivo Prime	50	Tratamento de Sementes
Lannate	1000	Vegetativo e Reprodutivo
Abadim	300	Vegetativo
Premio	150	Vegetativo
TrincaCaps	200	Vegetativo
Pirate	1000	Vegetativo e Reprodutivo
Imidacropid	250	Reprodutivo
Acefato	1000	Reprodutivo
Prêmio	120	Vegetativo e Reprodutivo
Curbix	1000	Reprodutivo
Trivor	400	Vegetativo e Reprodutivo
Zeus	500	Reprodutivo

Dimensão das parcelas, espaçamento e densidade

O experimento foi conduzido com delineamento em blocos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de 2,5 metros de largura por 12 metros de comprimento, totalizando 37,5 m². A semeadura foi realizada com espaçamento de 50 cm entre linhas e densidade de 13 plantas/metro linear.

Tratamentos

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

T.	PRODUTOS	I.A.	DOSE	COD. DA APLICAÇÃO	MODO DE APLICAÇÃO
1	Testemunha				
2	Standak Top	Piraclostrobina + Fipronil	2 ml/100 Kg semente	A	Tratamento de Sementes
3	Maxim Advanced	Fludioxonil + Metalaxil-M + Tiabendazol	2 ml/100 Kg semente	A	Tratamento de Sementes
4	Trichodermil SC 1306	<i>Trichoderma Harzianum</i>	100 mL.ha	B	Sulco
5	Trichodermil SC 1306	<i>Trichoderma Harzianum</i>	100 mL.ha	B	Sulco

	Stingray	<i>Ascohyllum nodosum</i>	150 mL.ha	A	Tratamento de Sementes
6	Ecotrich WP	<i>Trichoderma Harzianum</i>	30 g.ha	A	Tratamento de Sementes
	Moss	Fertilizante organomineral	150 mL.ha	A	Tratamento de Sementes
7	Ecotrich WP	<i>Trichoderma Harzianum</i>	30 g.ha	A	Tratamento de Sementes
	Pardella	<i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> + <i>Trichoderma Asperellum</i> + <i>Trichoderma Harzianum</i>	150 g.ha	C	Aplicação em V2
	Moss	Fertilizante organomineral	150 mL.ha	A	Tratamento de Sementes
	Sten	Fertilizante organomineral	100 mL.ha	C	Aplicação em V2
8	Quality	<i>Trichoderma Asperellum</i>	200 g/100 kg semente	A	Tratamento de Sementes
9	Compost-Aid		1 L.ha	B	Sulco
	Active		1 L.ha	B	Sulco
10	Quality	<i>Trichoderma Asperellum</i>	200 g/100 kg semente	A	Tratamento de Sementes
	Compost-Aid		1 L.ha	B	Sulco
	Active		1 L.ha	B	Sulco
11	Biosoy TH	Composto enzimático e microbiano	100 mL.ha	B	Sulco
12	Biosoy TH	Composto enzimático e microbiano	1 ml/100 Kg semente	A	Tratamento de Sementes
	Biosoy TH	Composto enzimático e microbiano	100 mL.ha	B	Sulco

Método de avaliação

Fitotoxicidade

A fitotoxicidade foi avaliada aos 7 e 14 DAE, o qual foram dadas notas de 0 a 5, considerando 0 ausência de sintomas e 5 plantas destruídas. Avaliou-se as plantas em 2 linhas de 5 metros lineares (4 repetições), tomados aleatoriamente no interior da área plantada com o tratamento correspondente.

Altura de plantas

A avaliação de altura das plantas ocorreu aos 60 dias após a emergência (DAE). Foram tomados duas linhas de cinco metros por parcela e, em cada ponto, registrado a altura, em centímetros (cm), tomando-se como base a distância da superfície do solo até o último trifólio em desenvolvimento.

Estande

O estande das plantas foi avaliado aos 7 e 14 DAE, para tanto, foram tomados duas linhas de dois metros por parcela e, em cada ponto, foi registrado o número de plantas de soja.

Incidência de doenças

A avaliação da incidência da podridão de *Macrophomina phaseolina* nas raízes de soja, foi realizada através do exame visual, e em lupa estereoscópica, da presença de sintomas da doença e sinais (microescleródios) do patógeno (Figura 3). A incidência foi calculada pela relação entre o número de raízes infectados e o número total de amostra, e expressa em porcentagem. A coleta foi realizada durante a maturação fisiológica das plantas (R6/R7). Em cada bloco, as amostras foram coletadas em três pontos. Em cada ponto, foram retiradas 5 plantas. As plantas foram colocadas em sacos de papel e identificados, para posterior análise da incidência da doença em laboratório.

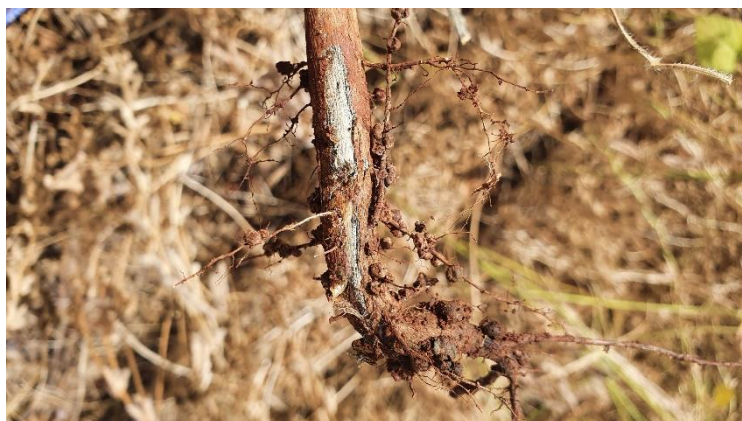


Figura 3. Raiz de soja com sintomas de *Macrophomina phaseolina*

Rendimento de grãos

O rendimento de grãos foi obtido pela colheita da área útil de cada parcela, que correspondeu a 5,4 m² (3 linhas x 4 metros), convertendo-se para kg.ha⁻¹ a 13% de umidade. As parcelas foram colhidas mecanicamente com colhedora de parcelas automotriz. A massa de mil grãos foi avaliada realizando-se a contagem dos grãos em contador automático e pesagem em balança de precisão, ajustando-se a umidade para 13%, umidade esta que foi mensurada através de determinador portátil. Para a correção da umidade dos grãos utilizou-se a fórmula abaixo:

$$Rendimento = \frac{10 \times (100 - US) \times PP}{(100 - 13) \times AC}$$

Onde rendimento é expresso em toneladas por hectare, US é a umidade da semente em %, PP é o peso colhido na parcela em kg, e AC é a área colhida da parcela em m².

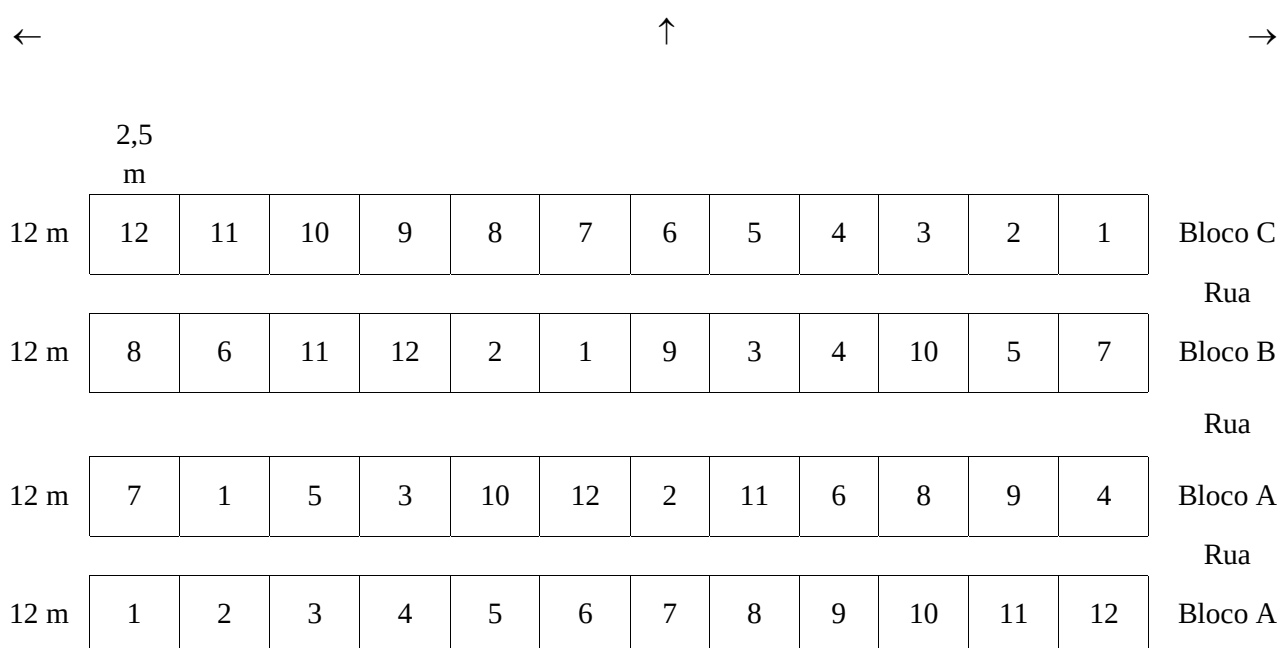
Os dados foram analisados utilizando-se o software estatístico SASM — Agri versão 8.2, Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas (CANTERI, et al. 2001), sem transformação e as médias comparadas através do teste de Duncana 5% de probabilidade.

Com base nos dados obtidos da severidade de doença na área experimental, foi calculada a eficiência de controle de cada tratamento segundo método proposto por Abbott (1925), em que:

$$E(\%) = \frac{(T - t)100}{T}$$

Onde E (%) é a eficiência de controle do tratamento expressa em porcentagem, T é o valor da AACPD na testemunha, e t é o valor da AACPD no tratamento avaliado.

Croqui do experimento



Resultados e discussão

Tabela 5. Severidade (%) do crestamento foliar de cercospora em plantas de soja tratadas com diferentes fungicidas e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Maracaju, MS, 2023.

N.	Incidência (%)	E (%)	Estande		Fitotoxidez	Altura
			21 DAE	90 DAE	7 DAE	21 DAE
1	34,7 a	--	10,1 a	9,6 a	0,0 a	18,4 a
2	21,6 a	37,8	10,3 a	8,9 a	0,0 a	18,9 a
3	22,8 a	34,3	9,8 a	10,3 a	0,0 a	19,3 a
4	29,7 a	14,5	10,7 a	9,9 a	0,0 a	18,8 a
5	26,7 a	23,0	9,8 a	9,4 a	0,0 a	18,7 a
6	30,6 a	11,6	9,9 a	8,1 a	0,0 a	18,6 a
7	23,1 a	33,4	10,2 a	10,6 a	0,0 a	19,3 a
8	30,2 a	13,0	10,3 a	9,6 a	0,0 a	18,7 a
9	27,9 a	19,5	10,1 a	9,5 a	0,0 a	18,7 a
10	26,7 a	23,0	10,6 a	9,4 a	0,0 a	18,8 a
11	32,5 a	6,2	10,5 a	9,7 a	0,0 a	19,6 a
12	23,9 a	31,2	9,8 a	8,9 a	0,0 a	19,3 a
Teste F	2,0 ^{ns}	--	0,4 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0 ^{ns}	0,6 ^{ns}
CV (%)	21,6	--	9,2	17,7	0,0	5,1

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan(p<0,05). **significativo a 1% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não-significativo. CV: coeficiente de variação.

Tabela 7. Desfolha (%), rendimento de grãos (sc ha⁻¹), incremento relativo de produtividade (%), massa de mil grãos (MMG) (g) e incremento relativo da massa de mil grãos de plantas de soja tratadas com diferentes fungicidas para o controle de mancha-alvo e doenças de final de ciclo. Maracaju, MS, 2023.

N.	Rendimento de grãos (sc ha ⁻¹)	Incremento (%)	MMG (g)	Incremento da MMG (%)
1	63,6 b	--	172,9 a	--
2	66,6 ab	4,72	172,6 a	-0,14
3	68,7 ab	8,06	181,6 a	5,03
4	67,9 ab	6,80	176,4 a	2,02
5	70,8 ab	11,33	178,0 a	2,99
6	71,8 a	12,86	180,1 a	4,21
7	72,3 a	13,72	180,5 a	4,4
8	69,1 ab	8,69	174,7 a	1,06
9	66,6 ab	4,80	176,5 a	2,08
10	67,4 ab	6,06	173,9 a	0,62
11	66,6 ab	4,80	175,3 a	1,39
12	69,3 ab	9,01	176,1 a	1,85
Teste F	1,2 ^{**}	--	1,1 ^{ns}	--
CV (%)	6,6	--	3,2	--

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan(p<0,05). **significativo a 1% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não-significativo. CV: coeficiente de variação.

Conclusões

Nas condições em que o ensaio foi conduzido, não foram verificados sintomas de fitotoxidez em decorrência do tratamento de sementes.

Não foram verificadas diferenças significativas no estande de plantas aos 21 e 90 dias após a emergência e nem na altura das plantas.

Não houve diferenças significativas na incidência de plantas com *Macrophomina phaseolina*, no entanto, verificou-se redução na incidência em todos os tratamentos, com eficácia variando de 6,2 a 37,8%.

Os tratamentos 6 (Ecotrich + Moss) e 7 (Ecotrich + Moss + Pardella + Sten) proporcionaram maior rendimento de grãos, 70,8 e 71,8 sacos ha⁻¹, diferindo significativamente do controle, proporcionando um incremento relativo na produtividade de 12,8 e 13,7%, respectivamente, em relação ao controle.

Não houve diferenças significativas na massa de mil grãos.

Referências bibliográficas

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

BELINELLI, E. O. et al. Geração de malha para descrever a dispersão da ferrugem da soja no Paraná. *Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País*. Ponta Grossa: Atena Editora, p. 225-239, 2020.

BENDER, D. L., et al. Eficiência de fungicidas no controle do fungo *Phakopsora pachyrhizi* na cultivar de soja ativa RR. *CIÊNCIA & TECNOLOGIA*, v. 3, n. 2, p. 38-46, 2019.

BOFF, P.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. Escalas para avaliação de severidade de mancha-de-estenfílio (*Stemphylium solani*) e da pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro. *Fitopatologia Brasileira*, v.16, n.1, p.280-283, 1991.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 12º Levantamento da Safra de Grãos 2022/23.

HENNING, A. A. et al. *Manual de identificação de doenças de soja*. 5.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n. 256).

KAJIHARA, L. H. et al. Ação in vitro e in vivo de fungicida sistêmico e multissítio sobre *Phakopsora pachyrhizi*. Summa Phytopathologica, v. 47, p. 216-221, 2022.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In KRANZ, J.; ROTEM, J. (Eds.) Experimental techniques in plant disease epidemiology, p.35-50. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. 299p.

LEMES, E. M. et al. Doenças da soja: melhoramento genético e técnicas de manejo. 1. Ed. Campinas: Millennium Editora, 2015. 363 p.

MARTINS, Mônica C. et al. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. Fitopatologia Brasileira, v. 29, p. 179-184, 2004.

PAULA, R.S.; OLIVEIRA, W.R. Resistência de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) ao patógeno *Alternaria solani*. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.33, n.2, p.89-95, 2003.

SOARES, R.M.; GODOY, C.V.; OLIVEIRA, M.C.N. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alva da soja. Tropical Plant Pathology, v.34, n.5, p.333-338, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. 3. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

Ana Claudia Ruschel Mochko

Ana Claudia Ruschel Mochko
CREA 65838/MS
Pesquisadora da Fundação MS

Imagens

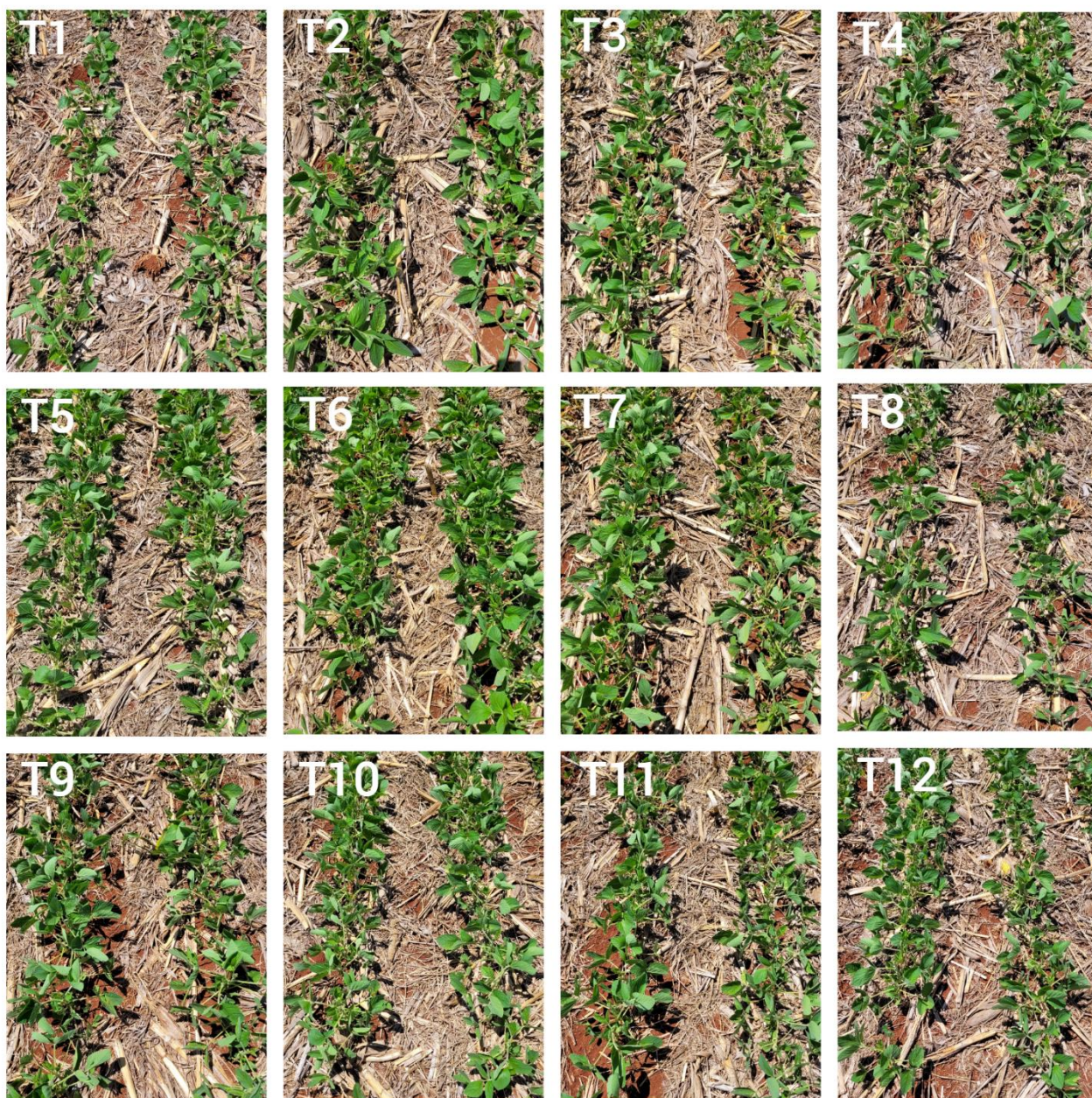


Figura 8. Imagem dos tratamentos de 1 a 12.