



REDE REGISTRADO - FERRUGEM ASIÁTICA

Protocolo: FMS/FP 4139/22

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

Maracaju, MS

Junho de 2023

LAUDO TÉCNICO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E PRATICABILIDADE AGRONÔMICOS DE DIFERENTES FUNGICIDA NO CONTROLE DE *Phakopsora pachyrhizi* CULTURA DA SOJA (*Glycine max*) NA SAFRA 2022/23 NAS CONDIÇÕES DE MATO GROSSO DO SUL (REDE REGISTRADO)

PROTOCOLO: FMS/FP 4139/22

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: Embrapa

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 diferentes fungicidas no controle de ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura de soja (*Glycine max*), em condições de campo, além de registrar possíveis efeitos de fitotoxicidade à referida cultura e o rendimento de grãos.

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, s/n, Faz. Alegria (Talhão Rebaixadora), Zona Rural, 79150-000 no município de Maracaju-MS, tendo como coordenadas 21°38'48.05"S e 55°05'53.52"O, e altitude de 384 metros.

Variedade, sementeira, sistema de cultivo e dados climáticos

Utilizou-se a cultivar M 6210 IPRO, 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 05 de dezembro de 2022, a germinação ocorreu em 7 de dezembro de 2022 e a colheita no dia 17 de abril 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:

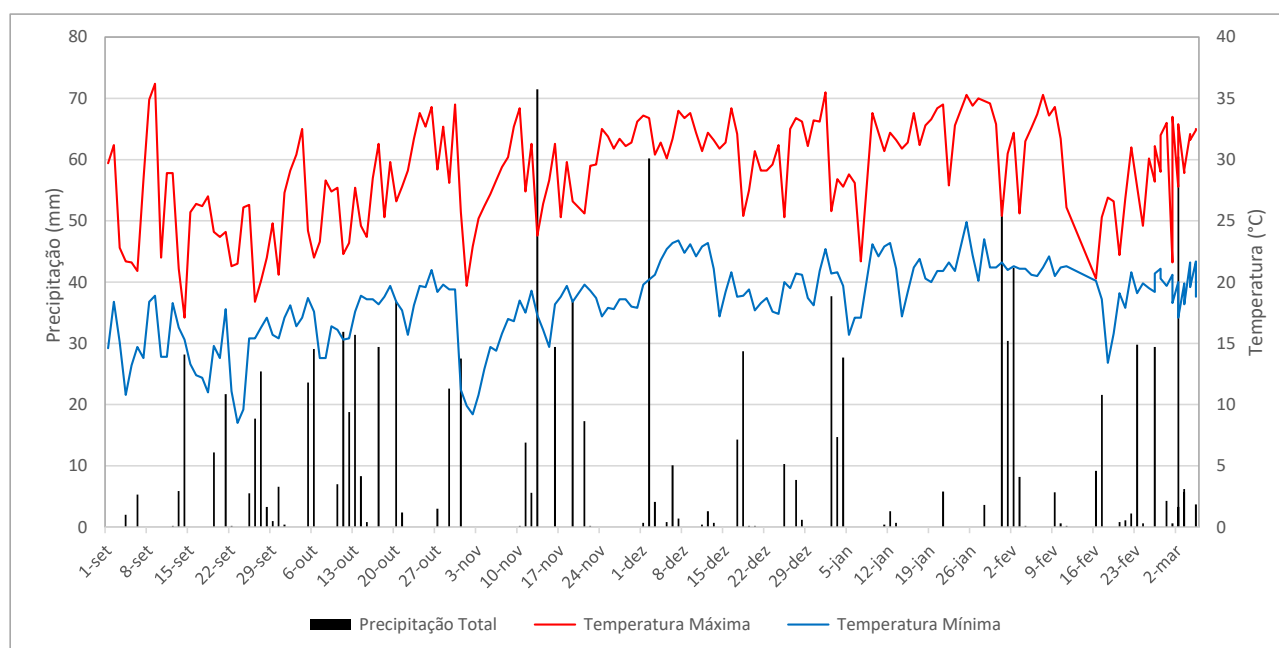


Figura 1. Variáveis climáticas como precipitação, temperatura máxima e mínima, bem como a temperatura registradas durante o desenvolvimento do experimento. Maracaju, MS, 2023.

Tecnologia de aplicação (barra, espaçamento entre bicos, volume de calda e pressão)

Para aplicação dos tratamentos, utilizou-se pulverizador costal de pressão constante (CO₂) equipado com uma barra de 3,0 m e com 6 pontas de jato duplo leque, modelo TJ 110.02, espaçadas de 50 cm. O volume de calda de 120 L.ha⁻¹ foi mantido à pressão constante de 50 psi.

Condições climáticas, data e momento das aplicações

Durante as aplicações, as condições climáticas se apresentavam normais, com boa umidade no solo. A umidade relativa do ar, a temperatura, os horários, a nebulosidade e a velocidade de vento no momento das aplicações estão apresentadas a seguir:

Tabela 2. Data de aplicação, estágio de desenvolvimento da cultura da soja, bem como as condições climáticas no momento das pulverizações. Maracaju, MS, 2023.

Data	Estádio	Horário (início)	Horário (final)	Temp. (°C)	URA (%) ¹
26/01/2023	Reprodutivo	17:34 h	17:45 h	26,0	83
17/02/2023	Reprodutivo	08:20 h	08:30 h	24,2	94
04/03/2023	Reprodutivo	18:18 h	18:25 h	23,8	89

¹Umidade Relativa do Ar

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

Dimensão das parcelas, espaçamento e densidade

O experimento foi conduzido com delineamento em blocos casualizados, com onze tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de 2,5 metros de largura por 6 metros de comprimento, totalizando 15 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.

	Tratamento	Ingrediente ativo	dose	
			g i.a./ha	L ou kg p.c./ha
1	Testemunha	..		
2	Aproach Power	Picoxistrobina + Ciproconazol	54 + 24	0,6
3	Fusão + Iharol gold 0,25% v/v	Metominostrobin + Tebuconazol	79,75 + 119,63	0,725
4	Blavity + Mees 0,25 % v/v	Protioconazol + Fluxapiraxade	84 + 60	0,3
5	Fox Supra + Aureo (0,25% v/v)	Protioconazol + Impirfluxam	84 + 42	0,35
6	Excalia Max + Agris 0,5 L/ha	Tebuconazol + Impirfluxam	140 + 42	0,7
7	Mitrion	Protioconazol + Benzovindiflupir	67,5 + 33,75	0,45
8	Elatus + Ochima 0,25 L /há	Azoxistrobina + Benzovindiflupir	60 + 30	0,2
9	Fox Xpro + Aureo (0,25%)	Bixafen + Protioconazol + Trifloxistrobina	62,5 + 87,5 + 75	0,5
10	Ativum + Mees 0,25 % v/v	Piraclostrobina + Epoxiconazol + Fluxapyroxad	65 + 40 + 40	0,8
11	Fezan Gold + Partner 50mL/há	Tebuconazole + Clorotalonil	125 + 1.125	2,5
12	Sugoy + Iharol 0,25%v/v	Impirfluxan + Metominostrobin + Clorotalonil	34,2+ 68,6 + 1.142,8	2,0
13	Armero + Rumba 0,25 L/há	Protioconazole + Mancozebe	90 + 1.125	2,25
14	Evolution + Strides 0,25% v/v	Azoxistrobina + Protioconazol + Mancozebe	75 + 75 + 1.050	2,0
15	Programa: Fusão 0,725 + Absoluto Fix 1,5+ Iharol Gold 0,25% v/v/ Almada 2,00 + Rumba (0,25 L/ha)/ Excalia Max 0,7 e Troia 800 WP 1,5 + Agris 0,5 L/ha/ Aproach Power 0,6 + Previnil 1,5			

Método de avaliação

Durante a condução do experimento realizou-se onze avaliações de severidade da doença, em estádios distintos de desenvolvimento da cultura. A primeira avaliação foi realizada na prévia da

aplicação, e posteriormente, aos 7 e 14 dias após cada aplicação, e aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a última aplicação. A avaliação da severidade da ferrugem asiática-da soja (porcentagem de área foliar com sintomas) das parcelas foi estimada com auxílio de escala diagramática descrita por Franceschi et al. (2020) (Figura 2).

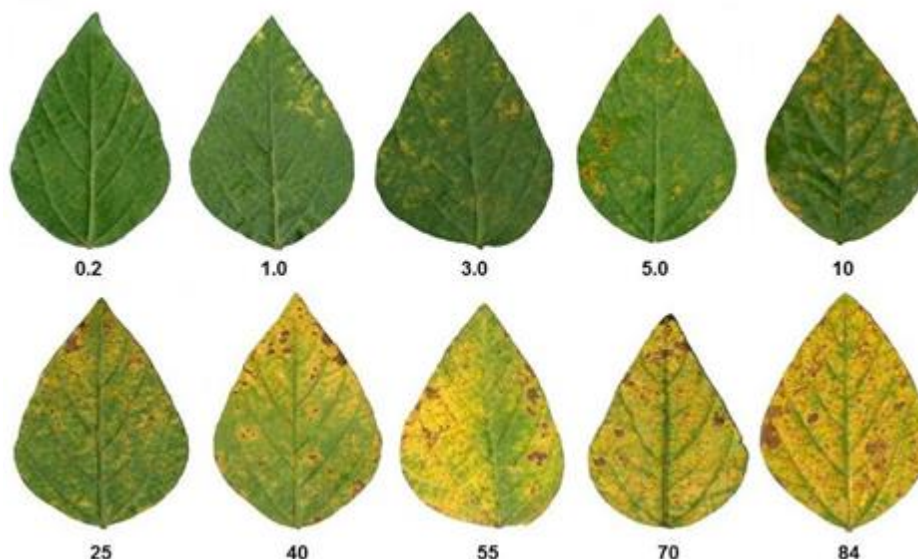


Figura 2. Escala diagramática para a avaliação de severidade de ferrugem-asiática em soja (Franceschi et al. 2020).

A severidade da doença resulta do tamanho e número de lesões, sendo que estes dois componentes podem atuar de formas independentes durante o progresso da doença (Kranz 1988; Boff et al. 1991). Além disso, a melhor representação de uma epidemia é a curva de progresso da doença, geralmente expressa plotando-se a proporção de doença em função do tempo (Paula e Oliveira 2003). Desta forma, os dados de severidade foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) baseado no modelo proposto por Campbell e Madden (1990), em que:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} (t_{i+1} - t_i)$$

Onde n é o número de avaliações, y a severidade da doença e t é o tempo em dias de cada avaliação.

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.

A fitotoxicidade dos produtos aplicados sobre a cultura foi avaliada visualmente no mesmo momento das avaliações de severidade da doença, sendo realizadas observações nas folhas das plantas, com a finalidade de registrar possíveis ocorrências de sintomas de injúrias. Foram atribuídas notas de acordo com a escala descritiva e diagramática proposta por Campo e Silva (2012) em função da clorose observada nos diferentes tratamentos (Tabela 4 e Figura 3).

Tabela 3. Escala descritiva e diagramática para avaliação de fitotoxidez em função da intensidade de bronzeamentos, cloroses e necroses foliares causadas por fungicidas em soja. (Campos et al., 2012).

Nota	Descrição
0	AUSÊNCIA DE FITOTOXIDEX;
1	MUITO LEVE: até 10% da área foliar com presença de cloroses ou bronzeamento;
2	MEDIANAMENTE LEVE: entre 11 a 25% da área foliar com presença de cloroses ou bronzeamento;
3	LEVE: entre 11 e 25% da área foliar com presença de cloroses ou bronzeamento e com necroses;
4	MEDIANAMENTE FORTE: entre 25% e 50% de área foliar afetada e com presença de necroses;
5	FORTE: entre 50% e 75% da área foliar afetada e com presença de necroses pronunciadas;
6	MUITO FORTE: mais de 75% de área foliar afetada e com presença de necroses pronunciadas;
7	EXTREMAMENTE FORTE: seca total do folíolo afetado;

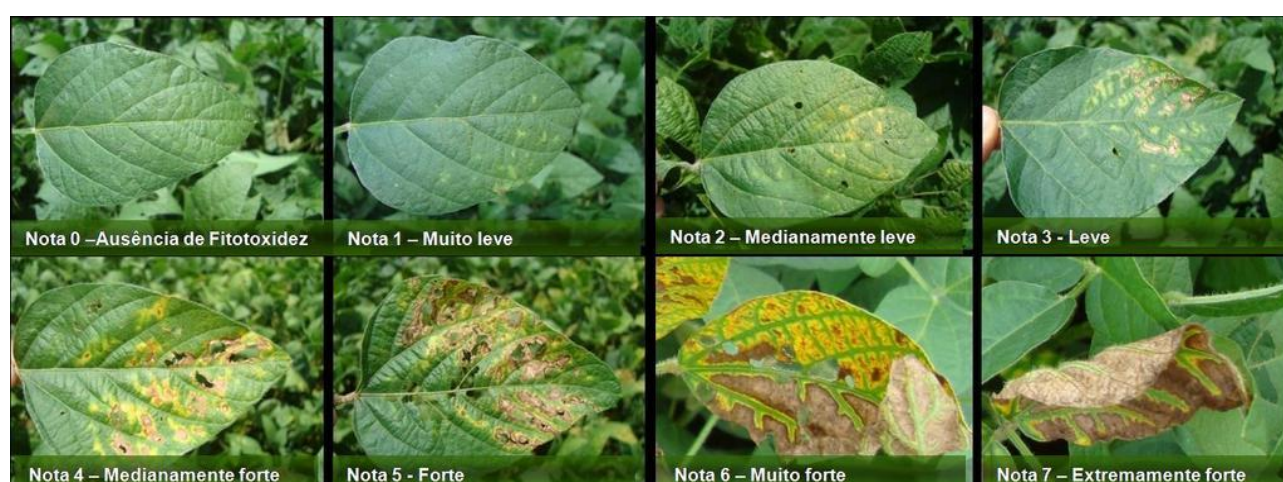


Figura 3. Escalas descritiva e diagramática para avaliação de fitotoxidez em função da intensidade de bronzeamentos, cloroses e necroses foliares causadas por fungicidas em soja (Campos e Silva 2012).

A avaliação da desfolha nos tratamentos foi realizada visualmente a partir do momento em que a testemunha apresentava desfolha próxima a 80%, com auxílio da escala diagramática descrita por Hirano et al. (2010).

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 Duncan a 5% de probabilidade.

Croqui do experimento

←

↑

→

3 m

6 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
46		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

Bloco D

6 m

12	3	5	7	13	9	2	15	10	1	6	16	14	4	8	11
45		44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31

Bloco C

6 m

5	14	2	1	16	10	8	7	13	11	3	6	4	9	12	15
16		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Bloco B

6 m

16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
15		14		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Bloco A

Área da parcela: 3 m x 6 m = 18 m²

Área do bloco: 6 m x 48 m = 288 m²

Área do experimento: 48 m x 24 m = 1152,0 m²

Resultados

Tabela 4. Fitotoxidade em plantas de soja tratadas com diferentes fungicidas em três avaliações realizadas sete dias após cada aplicação. Maracaju, MS, 2023.

N.	7 DAA1 ¹	14 DAA1	7 DAA2	14 DAA2	7 DAA3	14 DAA3
Controle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,0 f
Aproach Power	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,0 f
Fusão	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5 ab	3,1 ab
Blavity	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0 bc	2,8 bc
Fox Supra	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4 cd	2,4 c
Excalia Max	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7 bcd	2,5 c
Mitrion	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4 cd	2,5 c
Elatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,0 f
Fox Xpro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9 de	2,0 d
Ativum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,0 f
Fezan Gold	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,0 f
Sugoy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,0 f
Armero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,0 f
Evolution	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,0 f
Almada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 e	0,7 e
Programa	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4 a	3,5 a
Teste F	--	--	--	--	10,7**	79,6**
CV (%)	--	--	--	--	81,8	22,0

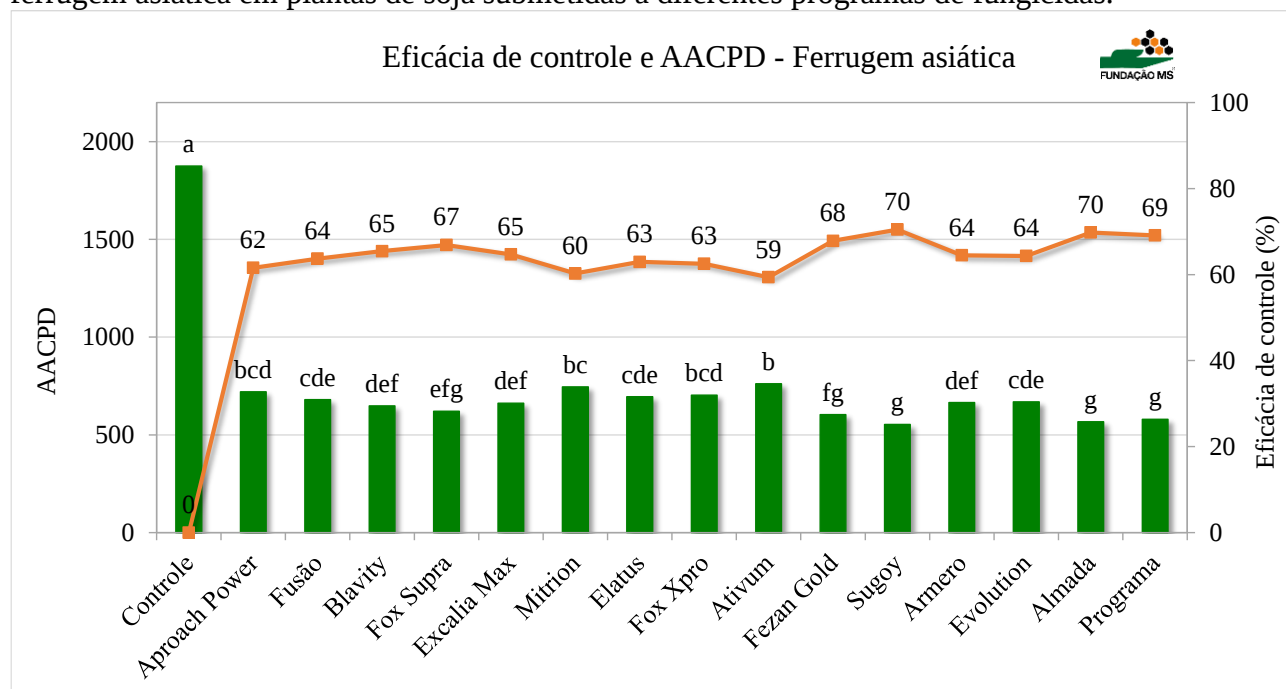
Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). **significativo a 1% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não-significativo. CV: coeficiente de variação. ¹DAA: Dias após a aplicação.

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

N.	Av.4	Av.5	Av.6	Av.7	Av.8	Av.9	Av.10	Av.11	AACPD
Controle	0,0	0,0	12,1 a	21,0 a	40,0 a	53,5 a	65,5 a	75,8 a	1.840,0 a
Aproach Power	0,0	0,0	0,0 b	6,5 bcd	13,5 bc	22,0 bcd	26,8 bc	34,3 bcd	686,6 bcd
Fusão	0,0	0,0	0,0 b	6,0 bcde	13,0 bcde	21,0 bcd	25,5 bcde	31,8 bcdef	651,0 cde
Blavity	0,0	0,0	0,0 b	5,3 efg	13,5 bc	21,5 bcd	26,8 bc	25,5 ghij	638,2 def
Fox Supra	0,0	0,0	0,0 b	5,3 efg	13,0 bcde	18,8 cd	25,3 bcde	26,5 fgghi	604,0 efg
Excalia Max	0,0	0,0	0,0 b	5,6 def	12,5 bcde	22,0 bcd	24,8 bcde	29,8 cdefgh	637,8 def
Mittrion	0,0	0,0	0,0 b	6,5 bc	14,3 b	24,0 b	28,0 b	33,8 bcde	717,0 bc
Elatus	0,0	0,0	0,0 b	6,3 bcd	12,5 bcde	21,0 bcd	24,8 bcde	34,8 bc	655,0 cde
Fox Xpro	0,0	0,0	0,0 b	5,9 cde	14,0 b	23,5 b	27,0 bc	30,0 cdefg	683,2 bcd
Ativum	0,0	0,0	0,0 b	6,8 b	14,0 b	24,0 b	27,3 bc	36,8 b	723,4 b
Fezan Gold	0,0	0,0	0,0 b	5,2 efgh	11,5 de	18,8 cd	23,0 de	27,8 fgghi	578,2 fg
Sugoy	0,0	0,0	0,0 b	4,4 h	11,5 de	19,0 cd	23,0 de	21,3 j	547,8 g
Armero	0,0	0,0	0,0 b	5,6 def	12,8 bcde	22,3 bc	25,3 bcde	29,3 defghi	643,8 def
Evolution	0,0	0,0	0,0 b	5,6 def	13,3 bcd	22,3 bc	26,0 bcd	28,5 efghi	650,6 cde
Almada	0,0	0,0	0,0 b	4,7 gh	11,3 e	18,3 d	22,3 e	24,5 hij	549,4 g
Programa	0,0	0,0	0,0 b	4,8 fgh	12,0 cde	18,3 d	23,8 cde	24,0 ij	566,2 g
Teste F	--	--	806,5**	204,8**	149,2**	51,7**	90,0**	57,6**	201,4**
CV (%)	--	--	28,2	8,3	7,7	10,0	7,7	10,2	6,1

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.

Figura 4. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e eficácia de controle (%) da ferrugem asiática em plantas de soja submetidas a diferentes programas de fungicidas.



Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Tabela 6. 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 da ferrugem asiática. Maracaju, MS, 2023.

N.	Desfolha (%)	Rendimento de grãos (sc ha^{-1})	Incremento (%)	MMG (g)	Incremento da MMG (%)
Controle	80,0 a	62,5 a	--	124,7 d	--
Aproach Power	64,3 bcd	63,9 a	2,2	131,3 cd	5,3
Fusão	62,3 cd	67,6 a	8,2	135,4 bc	8,6
Blavity	63,3 cd	66,3 a	6,0	142,5 ab	14,3
Fox Supra	60,0 de	67,7 a	8,3	138,4 abc	11,0
Excalia Max	65,0 bcd	66,4 a	6,2	141,5 ab	13,5
Mittrion	71,0 b	68,2 a	9,1	136,5 bc	9,5
Elatus	69,3 bc	64,0 a	2,4	135,3 bc	8,5
Fox Xpro	63,3 cd	69,0 a	10,3	136,3 bc	9,3
Ativum	61,0 de	67,4 a	7,8	134,7 bc	8,0
Fezan Gold	53,8 ef	68,3 a	9,3	140,9 ab	13,0
Sugoy	52,0 f	69,1 a	10,4	141,7 ab	13,6
Armero	60,0 de	67,2 a	7,5	138,1 bc	10,7
Evolution	61,3 de	67,8 a	8,4	137,9 bc	10,6
Almada	49,0 f	66,7 a	6,7	146,5 a	17,5
Programa	51,3 f	66,1 a	5,7	142,4 ab	14,2
Teste F	10,5**	0,7	--	4,2	--
CV (%)	7,9	6,8	--	3,7	--

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, verificou-se sintomas muito leves a medianamente leves de fitotoxidez nos tratamentos com Fusão, Blavity, Fox Supra, Excalia Max, Mitrion, Fox Xpro e no programa de fungicidas aos 7 e 14 dias após a terceira aplicação.

Os tratamentos com Sugoy, Almada e o programa de fungicidas apresentaram maior eficácia de controle da ferrugem asiática, com 70, 70 e 69% de eficácia de controle, respectivamente.

Os tratamentos com Fezan Gold, Sugoy, Almada e o programa de fungicidas apresentaram menor desfolha.

Não foram observadas diferenças significativas no parâmetro rendimento de grãos.

O tratamento com Almada apresentou maior massa de mil grãos (146,5 g).

Imagens

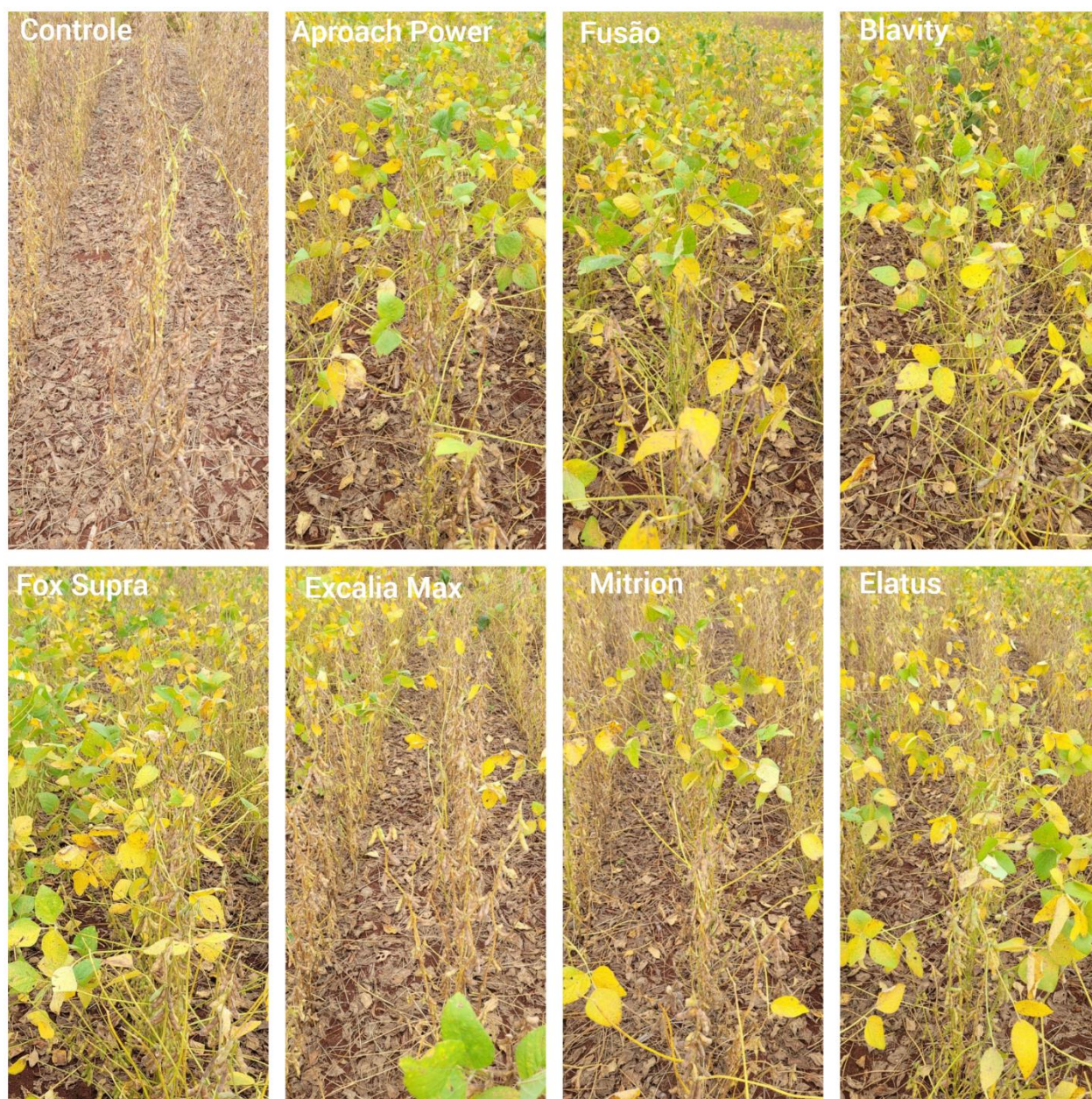


Figura 5. Imagem dos tratamentos do 1 ao 8.

Imagens

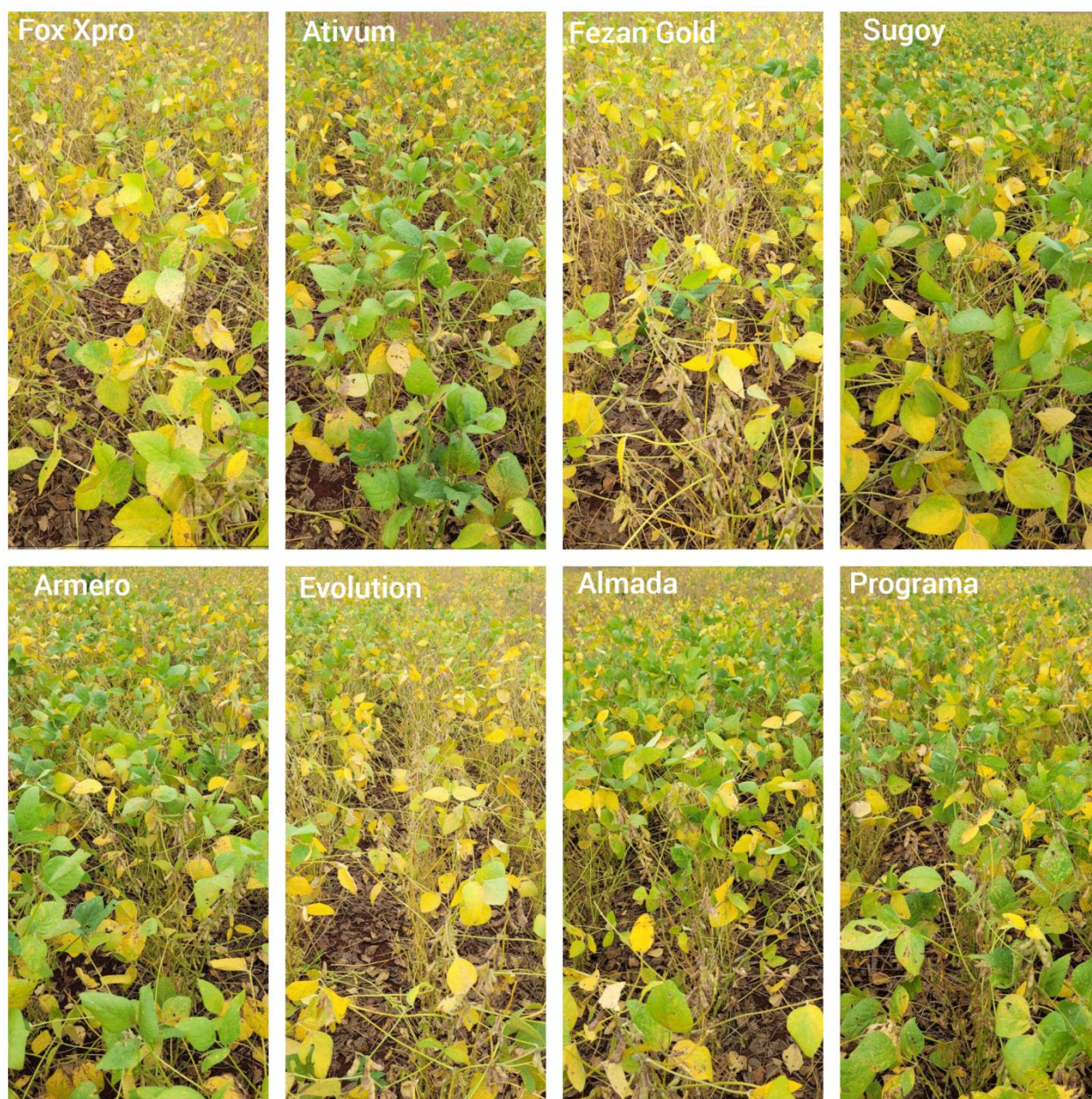


Figura 6. Imagem dos tratamentos do 9 ao 16.

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.

Ana Claudia Ruschel Mochko

Dra. Ana Claudia Ruschel Mochko
Pesquisador da Fundação MS