

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E PRATICABILIDADE AGRONÔMICA DO TRATAMENTO DE SEMENTES NO CONTROLE DA *Macrophomina phaseolina* NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*) NA SAFRA 2024/25 NAS CONDIÇÕES DE MATO GROSSO DO SUL

Protocolo: FMS/FP 4386/24

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

Maracaju, MS
3 de julho de 2025

SUMÁRIO

MATERIAL E MÉTODOS.....	3
Local e data.....	3
Variedade, semeadura, sistema de cultivo	3
Dados climáticos.....	3
Dimensão das parcelas, espaçamento e densidade.....	3
Aplicações de produtos fitossanitários para manutenção da cultura da soja	4
Avaliações	4
Altura de plantas	4
Estande	4
Massa seca de raiz e da parte aérea	4
Cobertura verde (Área foliar)	4
Incidência de doenças	5
Rendimento de grãos	5
Tratamentos	7
Croqui do experimento	13
Fórmulas de produtividade	13
Referências bibliográficas.....	15

MATERIAL E MÉTODOS

Local e data

O experimento foi conduzido em condições de campo, durante a safra 2023/2025, 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, semeadura, sistema de cultivo

Utilizou-se a cultivar Brasmax Compacta, recomendada para o cultivo na região. A cultura foi implantada utilizando o sistema de semeadura direta, sucedendo a anterior plantação de aveia. A semeadura foi realizada no dia 11 de novembro de 2024, a germinação ocorreu em 16 de novembro de 2024. No sulco de plantio, utilizou-se 120 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônio (MAP).

Dados climáticos

Os dados climáticos, incluindo índices pluviométricos e temperaturas máximas e mínimas, registrados durante a condução do ensaio estão disponíveis no anexo, figura 10.

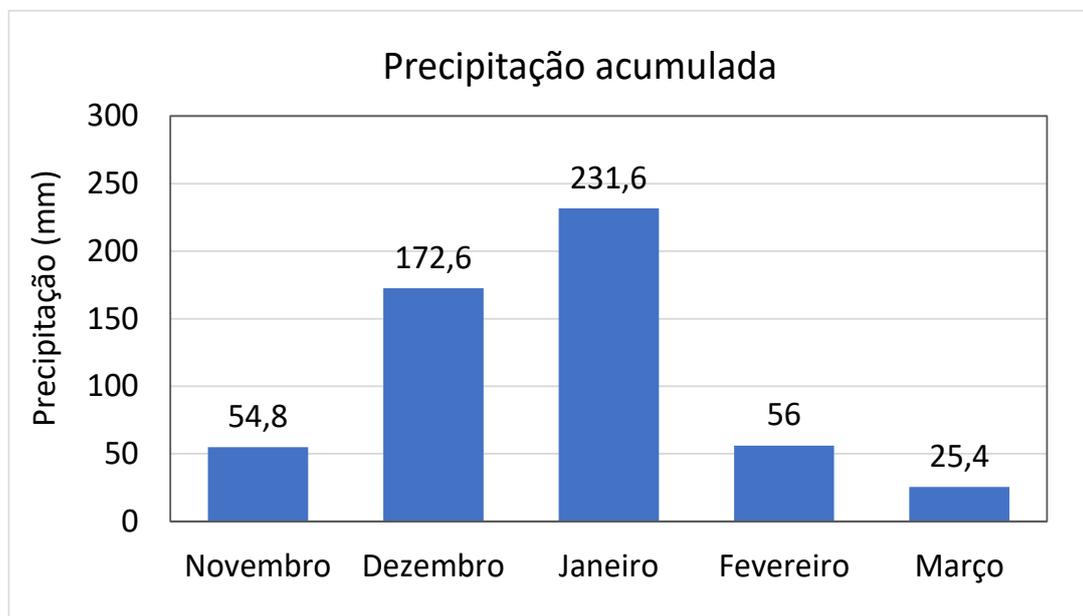


Figura 1. Precipitação total mensal registradas durante a condução do experimento. Maracaju, MS, 2025. Fonte: Estação meteorológica Farmers Edge.

Dimensão das parcelas, espaçamento e densidade

O experimento foi conduzido com delineamento em blocos casualizados, com 19 tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de 2,5 metros de largura por 12 metros de comprimento, totalizando 30 m². A semeadura foi realizada com espaçamento de 50 cm entre linhas e densidade de 13 plantas/metro linear.

Aplicações de produtos fitossanitários para manutenção da cultura da soja

Na tabela 2, em anexo, 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. As manutenções foram realizadas utilizando-se um drone da marca DJI, modelo T20-P, equipado com dois atomizadores rotativos, e aplicação com taxa de vazão de 10 L ha⁻¹ (Figura 4).

AVALIAÇÕES

Altura de plantas

A avaliação de altura das plantas ocorreu aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE). Foram tomados duas linhas de cinco metros por parcela e, em cada ponto, registrado a altura de dez plantas, 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 30 DAE, para tanto, foram tomados duas linhas de dois metros por parcela e, em cada ponto, foi registrado o número de plantas de soja e, posteriormente, o valor foi corrigido para plantas m⁻¹.

Massa seca de raiz e da parte aérea

A avaliação foi realizada aos 60 DAE. Para tanto, foram coletadas aleatoriamente dez plantas, onde a parte aérea e as raízes foram secadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C por 72 h e, posteriormente, foram mensuradas em balança de precisão (0,01 g).

Cobertura verde (Área foliar)

A extensão do desenvolvimento do dossel foi mensurada aos 25 DAE. Foram tiradas imagens das parcelas, em quatro pontos tomados aleatoriamente no interior da área plantada com o tratamento correspondente, padronizando a altura da câmera, e com o auxílio do aplicativo

Canopeo (Oklahoma State University), uma ferramenta de análise de imagem baseada em proporções de cores de vermelho para verde (R/G), azul para verde (B/G) e um índice de excesso de verde (2G-R-B), foi obtido a porcentagem de área verde da parcela (Figura 3) (PATRIGNANI & OCHSNER, 2015).

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

A produtividade foi obtido pela colheita da área útil de cada parcela, que correspondeu a 24 m² (2 linhas x 12 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:

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

Onde produtividade 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.

Tratamentos

Tabela 2. Produto comercial (p.c.), dose dos fungicidas e timing de aplicação nos tratamentos para controle da mancha-alvo da soja, safra 2023/2025.

Trat.	Produtos	Dose (Kg/semente ou mL.ha ⁻¹ – sulco)
1	Testemunha	--
2	Pardella	0,5 g/kg
3	Pardella (sulco)	50 g/kg
4	Trichodermaiz	0,5 g/kg
5	Trichodermaiz (sulco)	50 g.ha
6	Arvatico	1 mL/kg
7	Biomagno	2 mL/kg
8	Biomagno (sulco)	200 mL.ha
9	Biomagno (barra)	300 mL.ha
10	Biomagno (barra) Biomagno	300 mL.ha 2 mL/kg
11	Biomagno (V3) Biomagno	300 mL.ha 2 mL/kg
12	Shocker	1 g/kg
13	Shocker (sulco)	100
14	Tricho-Turbo	1 mL/kg
15	Tricho-Turbo (sulco)	100 mL.ha
16	Trichodermil SC 1306	2 mL/kg
17	Trichodermil SC 1306 (sulco)	100 mL.ha
18	Redigo Flint 500 WG	0,3 g/kg 0,2 g/kg
19	Redigo Flint 500 WG Verango Prime (barra)	0,3 g/kg 0,2 g/kg 300 mL.ha

Todos os tratamentos tinham como base **Sistiva, Fortenza, Cruiser e inoculante** (exceto os tratamentos 19 e 20). Os tratamentos 19 e 20 foram tratados apenas com Fortenza, Cruiser, Redigo, Flint e inoculante.

Tabela 3. Estande plantas aos 30 dias após a emergência (DAE), em 6 e 1 metro, pré-fechamento de linhas por imagem (PF) aos 25 DAE, altura aos 30, 60 e 90 DAE em plantas de soja submetida a diferentes tratamentos de sementes. Maracaju, MS, 2025.

N.	Estande (plantas em m ⁻¹)	Estande (plantas em 6 m)	PF	Altura (cm)		
	30 DAE ¹	30 DAE	25 DAE	30 DAE	60 DAE	90 DAE
Testemunha	12,3 a	74,0 a	37,5 a	17,0 a	74,0 a	75,8 a
Pardella	11,6 a	69,5 a	37,4 a	15,7 b	75,3 a	79,6 a
Pardella (sulco)	11,1 a	66,3 a	37,2 a	16,3 a	79,5 a	79,8 a
Trichodermaiz	11,9 a	71,3 a	35,0 a	16,5 a	79,2 a	79,9 a
Trichodermaiz (sulco)	12,1 a	72,6 a	34,9 a	15,7 b	73,7 a	76,1 a
Arvatico	12,9 a	77,6 a	33,8 a	16,3 a	75,2 a	77,1 a
Biomagno	12,6 a	75,3 a	35,6 a	15,9 b	78,5 a	78,2 a
Biomagno (sulco)	11,5 a	69,0 a	36,0 a	15,2 b	79,4 a	79,1 a
Biomagno (barra)	12,3 a	74,0 a	39,1 a	16,5 a	76,5 a	72,7 a
Biomagno + Biomagno (barra)	12,0 a	72,2 a	36,1 a	17,1 a	79,9 a	75,0 a
Biomagno + Biomagno (V3)	11,0 a	65,9 a	39,8 a	15,2 b	75,5 a	83,0 a
Shocker	11,7 a	69,9 a	30,9 a	15,9 b	78,5 a	74,8 a
Shocker (sulco)	13,0 a	78,2 a	33,2 a	15,8 b	79,8 a	78,9 a
Tricho-Turbo	11,7 a	69,9 a	33,4 a	15,4 b	78,3 a	77,4 a
Tricho-Turbo (sulco)	12,2 a	73,2 a	33,5 a	16,2 a	76,7 a	77,4 a
Trichodermil	13,3 a	80,0 a	34,9 a	16,5 a	76,8 a	74,4 a
Trichodermil (sulco)	11,6 a	69,5 a	32,1 a	16,3 a	79,7 a	73,2 a
Redigo + Flint	11,6 a	69,5 a	35,0 a	15,8 b	78,8 a	78,4 a
Redigo + Flint + Verango Prime (barra)	12,9 a	77,1 a	36,2 a	15,4 b	79,9 a	76,7 a
Teste F	0,8 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,9 ^{**}	0,6 ^{ns}	1,0 ^{ns}
CV (%)	12,8	12,8	17,1	4,8	6,7	6,6

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

Tabela 4. Massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) (g), aos 60 DAE, comprimento de raiz (cm) aos 60 DAE e incidência de *Macrophomina phaseolina* (%) aos 100 DAE, em plantas de soja submetida a diferentes tratamentos de sementes. Maracaju, MS, 2025.

N.	MSR (g)	MSPA (g)	Comprimento da raiz (cm)	<i>Macrophomina phaseolina</i> (%)
	60 DAE	60 DAE	60 DAE	100 DAE
Testemunha	4,4 a	17,8 a	23,4 a	53,5 a
Pardella	4,1 a	22,9 a	23,7 a	36,8 a
Pardella (sulco)	3,8 a	27,3 a	27,5 a	45,8 a
Trichodermaiz	4,2 a	26,4 a	25,6 a	50,5 a
Trichodermaiz (sulco)	3,9 a	21,7 a	23,6 a	66,8 a
Arvatico	5,3 a	24,6 a	24,7 a	51,5 a
Biomagno	3,5 a	19,4 a	23,9 a	55,8 a
Biomagno (sulco)	4,5 a	19,0 a	24,5 a	68,8 a
Biomagno (barra)	3,7 a	25,0 a	23,8 a	51,3 a
Biomagno + Biomagno (barra)	4,4 a	18,3 a	27,4 a	62,0 a
Biomagno + Biomagno (V3)	4,2 a	28,3 a	22,9 a	71,0 a
Shocker	4,2 a	19,3 a	23,0 a	41,3 a
Shocker (sulco)	3,7 a	30,2 a	26,9 a	27,8 a
Tricho-Turbo	4,5 a	25,8 a	24,5 a	37,8 a
Tricho-Turbo (sulco)	5,4 a	32,6 a	26,6 a	46,5 a
Trichodermil	3,6 a	25,2 a	24,9 a	33,8 a
Trichodermil (sulco)	4,0 a	16,7 a	24,8 a	43,8 a
Redigo + Flint	4,3 a	21,6 a	29,5 a	29,8 a
Redigo + Flint + Verango Prime (barra)	4,9 a	24,0 a	29,0 a	42,0 a
Teste F	1,6 ^{ns}	1,2 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,9 ^{ns}
CV (%)	18,5	33,8	15,7	56,0

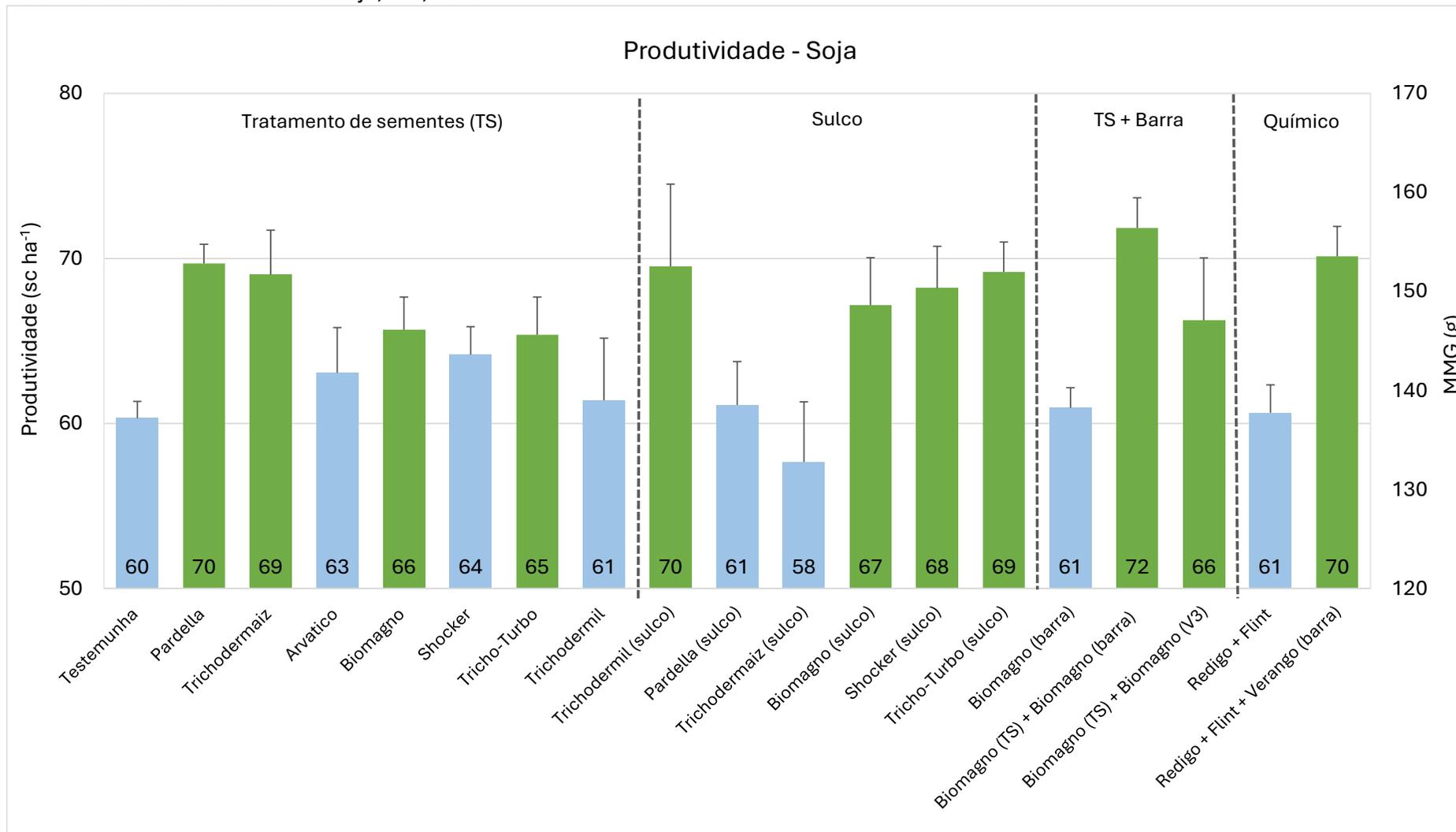
Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). **significativo a 1% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não-significativo. CV: coeficiente de variação. ¹DAA: Dias após a aplicação.

Tabela 5. Produtividade (sc ha^{-1} e kg ha^{-1}), redução de perdas de produtividade (%) (RP), massa de mil grãos (MMG) (g) e redução de perdas da massa de mil grãos de plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes. Maracaju, MS, 2025.

N.	Produtividade (sc ha^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})	MMG (g)
Testemunha	3618 b	60,3 b	148,5 b
Pardella	4182 a	69,7 a	158,9 a
Pardella (sulco)	3666 b	61,1 b	163,7 a
Trichodermaiz	4140 a	69,0 a	157,7 a
Trichodermaiz (sulco)	3462 b	57,7 b	155,1 a
Arvatico	3786 b	63,1 b	155,8 a
Biomagno	3942 a	65,7 a	149,5 b
Biomagno (sulco)	4032 a	67,2 a	153,0 b
Biomagno (barra)	3660 b	61,0 b	151,4 b
Biomagno + Biomagno (barra)	4314 a	71,9 a	156,4 a
Biomagno + Biomagno (V3)	3978 a	66,3 a	151,4 b
Shocker	3852 b	64,2 b	160,3 a
Shocker (sulco)	4092 a	68,2 a	148,1 b
Tricho-Turbo	3924 a	65,4 a	158,0 a
Tricho-Turbo (sulco)	4152 a	69,2 a	154,4 a
Trichodermil	3684 b	61,4 b	154,9 a
Trichodermil (sulco)	4170 a	69,5 a	150,3 b
Redigo + Flint	3642 b	60,7 b	150,0 b
Redigo + Flint + Verango Prime (barra)	4206 a	70,1 a	147,9 b
Teste F	1,5**	1,5**	1,6
CV (%)	10,1	10,1	4,6

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

Figura 2. Produtividade ($sc\ ha^{-1}$) e incremento relativo de produtividade ($sc\ ha^{-1}$) de plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes. Maracaju, MS, 2025.



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

Tabela 7. Produtos fitossanitários utilizados, alvo biológico, dose empregada e estágio fenológico da cultura no momento da aplicação. Maracaju, MS, 2025.

Classe	Princípio Ativo	Marca comercial	Dose	Momento
Herbicida	2,4-D	2,4-D Nortox	1 L/ha	35 DANP
Adjuvante	Óleo mineral	Assist	0,5L/ha	35 DANP
Herbicida	Glufosinato	Glufosinato Nortox	2,5L/ha	Após o plantio
Herbicida	Haloxifop	Haloxifop CCAB 124,7 Ec	0,5 L/ha	Após o plantio
Herbicida	Glifosato	Glifosato 720 WG Nortox	1,5 Kg/ha	20 DAE
Herbicida	Haloxifop	Haloxifop CCAB 124,7 Ec	0,5 L/ha	20 DAE
Inseticida	Abamectina	Vertimec 84 SC	60 ml/ha	20 DAE
Adjuvante	Óleo mineral	Assit	0,5 L/ha	20 DAE
Inseticida	Etiprole	Curbox 200 SC	1 L/ha	30 DAE
Inseticida	Piriproxifem	Epingle 100	0,25 L/ha	30 DAE
Inseticida	Clorantianiliprole	Premio	0,12 L/ha	30 DAE
Inseticida	Acefato	Acefato Nortox	0,5 Kg/ha	40 DAE
Inseticida	Imidacloprid	Imidacloprid nortox	0,25 L/ha	40 DAE
Inseticida	Clorantianiliprole	Premio	0,12 L/ha	40 DAE
Inseticida	Acetamiprido + Piriproxifem	Trivor	0,3 L/ha	40 DAE
Inseticida	Metomil	Lannate	1,0 L/ha	65 DAE
Inseticida	Dinotefuram + Lambda-cialotrina	Zeus	0,5 L/ha	65 DAE
Inseticida	Clorfenapir	Pirate	1,0 L/ha	65 DAE
Inseticida	Acetamiprido	Trivor	0,3 L/ha	65 DAE
Inseticida	Acefato	Magnum	1,5 kg/ha	65 DAE

*Utilização de adjuvantes conforme recomendação do fabricante.*Foram realizadas aplicações sequenciais para o controle de mosca-branca (*Bemisia tabaci*), com intervalo de 5 dias e rotacionando os princípios ativos a partir dos 65 DAE.Figura 9. Escala diagramática para estimativa de desfolha provocada por doenças em soja.

Croqui do experimento

←

↑

→

20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	D
7	4	10	6	18	20	16	1	12	17	2	19	14	15	9	3	11	8	13	5	C
13	11	20	8	15	2	9	19	14	18	5	3	7	4	16	1	17	10	6	12	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	A

Área da parcela: 3 m x 6 m = 18 m²

Fórmulas de produtividade

Para a correção da **umidade dos grãos** utilizou-se a fórmula abaixo:

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

Onde produtividade 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

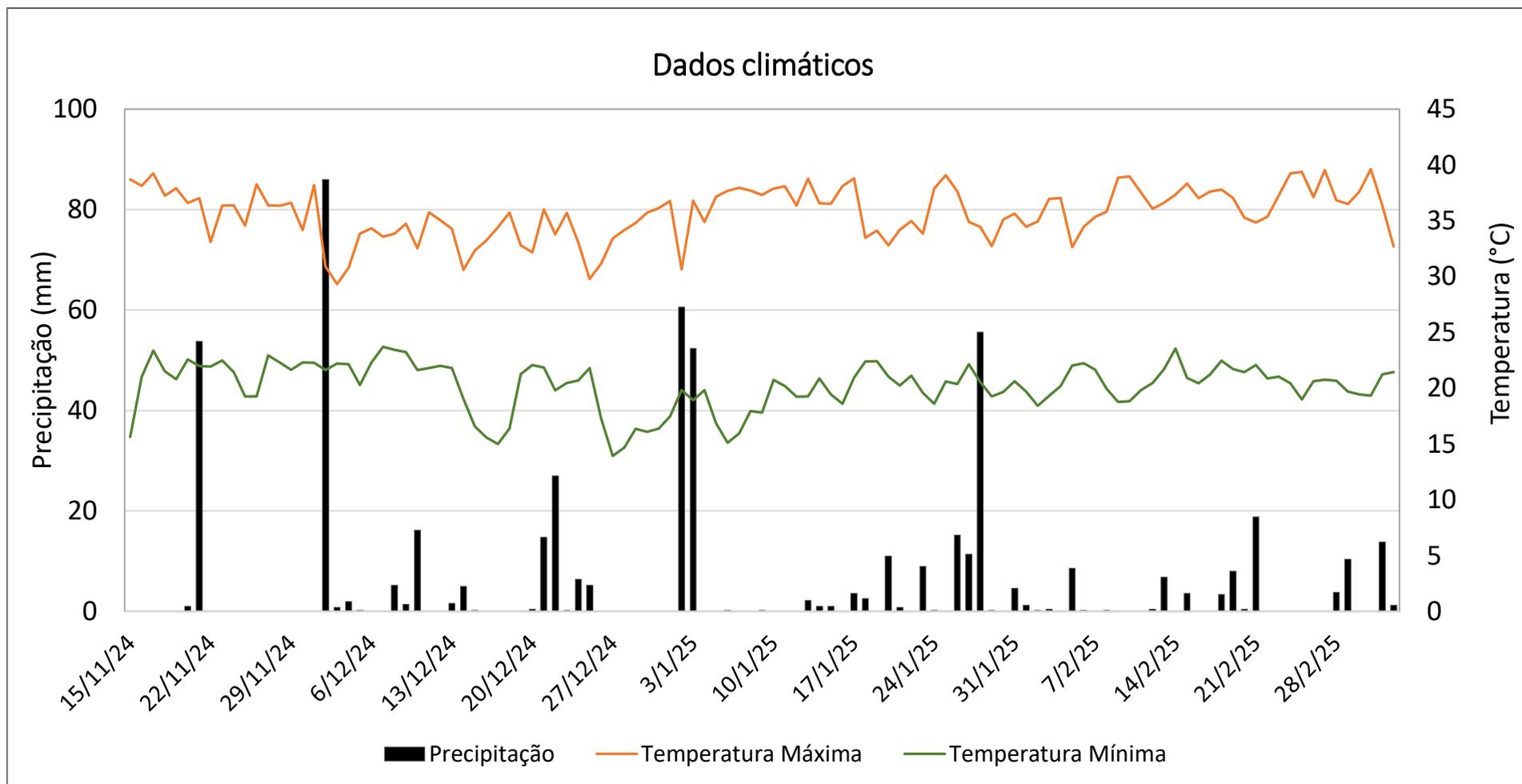


Figura 10. Precipitação e temperatura máxima e mínima registradas durante o desenvolvimento do experimento. Maracaju, MS, 2025. Fonte: Estação meteorológica Farmers Edge.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AMORIM, Lilian et al. Manual de fitopatologia. 2016.

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.

CAMPOS, H. D; SILVA, L. H. C. P. Escalas descritiva e diagramática para avaliação de fitotoxidez em função da intensidade de cloroses e/ou bronzeamentos e necroses foliares causadas por fungicidas. Rio Verde/GO: UniRV, 2012.

CANTERI, Marcelo G. et al. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Scott-Knott. **Revista Brasileira de agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra brasileira de grãos. V. 11 – safra 2023/24, nº 4, quarto levantamento, 2025.

FRAC - FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. Frac code list. Disponível em: <https://www.frac.info>. Acesso em: 31 de Janeiro 2024.

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).

HIRANO, Mario et al. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. *Summa phytopathologica*, v. 36, p. 248-250, 2010.

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.

MOLINA, J. P. E.; PAUL, P. A.; AMORIM, L.; SILVA, L. H. C. P. da; SIQUERI, F. V.; BORGES, E. P.; CAMPOS, H. D.; VENANCIO, W. S.; MEYER, M. C.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; CARLIN, V. J.; GRIGOLLI, J. F. J.; BELUFI, L. M. de R.; NUNES JUNIOR, J.; GODOY, C. V. Effect of target spot on soybean yield and factors affecting this relationship. Plant Pathology, v. 68, p. 107-115, 2019.

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 alvo da soja. Tropical Plant Pathology, v.34, n.5, p.333-338, 2009.

SOARES, Ana Paula Gomes et al. More *Cercospora* species infect soybeans across the Americas than meets the eye. **PLoS One**, v. 10, n. 8, p. e0133495, 2015.

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.

Maracaju, MS, 3 de julho de 2025

Ana Claudia Ruschel Mochko

Dra. Ana Claudia Ruschel Mochko
CREA 65838/MS
Pesquisadora – Fundação MS