

Avaliação de cultivares de soja para reação à podridão de grãos da soja

FARIAS NETO, A. L.¹; PEGO, S. P. S.²; LULU, J.²; WRUCK, D. M. S.²; RAMOS JUNIOR, E. U.³; LOPES, I. de O. N.³; COSTA, D. A. D.⁴; MULLER, M. A.⁴; ARAÚJO, F. A.⁴; KUDLAWIEC, K.⁴; MOREIRA, E.⁵; CACIQUE, I. S.⁵; GHENO, E. N.⁶; BELUFI, L. M. R.⁷; PITTELKOW, F.⁷; LOCATELLI, M.⁸; BERGAMIN, A. C.⁹; MUNIZ, F.¹⁰; TOMEN, A.¹¹; CONSTATINO, E. J.¹²; ODA, M.¹³

¹Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, austeclinio.farias@embrapa.br; ²Embrapa Agrossilvipastoril; ³Embrapa Soja; ⁴Fundação Mato Grosso, ⁵Fitolab; ⁶CEPCEN; ⁷Fundação Rio Verde; ⁸SeedCorpHO; ⁹UFRO; ¹⁰BASF; ¹¹Proteplan; ¹²EPR; ¹³TMG.

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 (prodc 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 APORE 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 12x	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 12x	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 80I79 12x	8.0	27,77	ABCDEF	16,66	BCDE	3703,79	GHIJK	3272,87	LMNO
DM 80IX83 12x	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	IJKLMNOP	14,72	BCDEFG	3820,72	BCDEFG	3602,16	CDEFGHIJK
HO COXIM IPRO	8.2	15,31	IJKLMNOP	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	ABCDEFGF	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	IJKLMNOP	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

(1) GM = grau de maturidade.

(2) VA = vagens avariadas – estimativas médias de TMG/ Embrapa, BASF, FRV, COACEN, RO-Ariquemes e EPR.

(3) 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.

(4) 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.

(5) 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 ($p \leq 0,05$).

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 (1)	VA ⁽²⁾	GA ⁽³⁾	PROD ⁽⁴⁾	PRODC ⁽⁵⁾
		(%)	(%)	(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

(1) GM = grau de maturidade.

(2) VA = vagens avariadas – estimativas médias de TMG/ Embrapa, FRV, Coacen, Embrapa e EPR.

(3) 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.

(5) Prod = produtividade – estimativas médias de, Embrapa, FRV, Coacen, FMT-Sorriso, FMT-Nova Mutum, Fitolab Sorriso, Fitolab Nova Mutum, Agronorte em 3 experimentos.

(5) 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://systemasweb.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 Agrossilvipastoral; 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.