

Combinações de fungicidas foliares sobre a qualidade física e sanitária de grãos de soja

Combinations of foliar fungicides on the physical and sanitary quality of soybeans

Combinaciones de fungicidas foliares sobre la calidad física y sanitaria de la soja

Recebido: 17/05/2022 | Revisado: 10/06/2022 | Aceito: 15/06/2022 | Publicado: 16/06/2022

Priscylla Martins Carrijo Prado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3174-8292>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: priscyllamartins@hotmail.com

Solenir Ruffato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9132-6799>
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
E-mail: soleruffato@gmail.com

Solange Maria Bonaldo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2240-2700>
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
E-mail: sbonaldo@ufmt.br

Ícaro Pereira de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7307-229X>
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
E-mail: icodsouza@gmail.com

Bruno Henrique Calegari

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1820-3098>
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
E-mail: calegari_bruno@hotmail.com

Resumo

Na produção de grãos, o extenso uso de fungicidas e os efeitos sobre novos materiais geneticamente modificados preocupam com relação à qualidade final. Objetivou-se com este estudo avaliar aspectos qualitativos de grãos de soja Intacta, em função da aplicação de fungicidas foliares. O experimento foi conduzido na região Norte de Mato Grosso, o delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 8, sendo 5 sistemas de fungicidas e 8 cultivares de soja Intacta, em três repetições. Foram avaliadas as massas específicas aparente, unitária e de mil grãos, pela análise de variância e teste de Tukey a (5%), e a incidência fúngica, descritivamente. Os resultados avaliados variaram conforme as combinações de fungicidas aplicados, porém os valores das propriedades físicas permaneceram acima do verificado na região. Para massa específica aparente o tratamento que mais se destacou foi T1 (*Prothioconazole+Trifloxistrobin*), para massa específica unitária os melhores resultados foram observados com o uso do T4 (*Fluxapiraxade+Piraclostrobina*) e para massa de 1.000 grãos, o tratamento com melhor resultado foi o T3 (*Picoxystrobina+Ciproconazole*), sendo a cultivar M7739 a que apresentou melhor qualidade física em função do uso de fungicidas foliares. Os grãos apresentaram melhor qualidade sanitária com a aplicação dos sistemas de fungicidas *Prothioconazole+Trifloxistrobin* e; *Picoxystrobina+Ciproconazol*. A menor incidência de fungos foi constatada para a cultivar CD2750.

Palavras-chave: Incidência fúngica; Intacta; Massa de mil grãos; Massa específica.

Abstract

In grain production, the extensive use of fungicides and the effects on new genetically modified materials are of concern with respect to final quality. The objective of this study was to evaluate qualitative aspects of Intacta soybeans, as a function of foliar fungicide application. The experiment was conducted in the northern region of Mato Grosso. The experimental design was in randomized blocks in a 5 x 8 factorial scheme, with 5 fungicide systems and 8 cultivars of Intacta soybeans, in three repetitions. The apparent specific mass, unitary and thousand-grain masses were evaluated by variance analysis and Tukey's test (5%), and the fungal incidence, descriptively. The evaluated results varied according to the combination of fungicides applied, but the values of the physical properties remained above the ones verified in the region. For apparent specific mass, the treatment that stood out the most was T1 (*Prothioconazole+Trifloxystrobin*), for unit-specific mass the best results were observed with the use of T4 (*Fluxapiraxad+Pyraclostrobin*) and for the mass of 1,000 grains, the treatment with the best results was T3 (*Picoxystrobin+Cyproconazole*). The grains showed better sanitary quality with the application of the fungicide

systems *Prothioconazole+Trifloxystrobin* and; *Picoxystrobin+Cyproconazole*. The lowest incidence of fungus was observed for the cultivar CD2750.

Keywords: Fungal incidence; Intact; Thousand grain mass; Specific mass.

Resumen

En la producción de cereales, el uso extensivo de fungicidas y los efectos sobre los nuevos materiales modificados genéticamente son motivo de preocupación con respecto a la calidad final. El objetivo de este estudio fue evaluar aspectos cualitativos de la soja Intacta, en función de la aplicación de fungicidas foliares. El experimento se realizó en la región norte de Mato Grosso. El diseño experimental fue en bloques al azar en un esquema factorial de 5 x 8, con 5 sistemas de fungicidas y 8 cultivares de soja Intacta, en tres repeticiones. Las masas específicas aparentes, unitarias y de mil granos se evaluaron mediante el análisis de la varianza y la prueba de Tukey (5%), y la incidencia del fungicida, descriptivamente. Los resultados evaluados variaron según las combinaciones de fungicidas aplicados, sin embargo los valores de las propiedades físicas se mantuvieron por encima de lo verificado en la región. Para el peso específico aparente el tratamiento que más destacó fue el T1 (*Prothioconazol+Trifloxistrobina*), para el peso específico unitario los mejores resultados se observaron con el uso del T4 (Fluxapiraxad + Piraclostrobina) y para la masa de 1.000 granos, el tratamiento con mejor resultado fue el T3 (*Picoxistrobina+Cyproconazol*), siendo el cultivar M7739 el que presentó la mejor calidad física en función del uso de fungicidas foliares. Los granos presentaron mejor calidad sanitaria con la aplicación de los sistemas fungicidas *Prothioconazole+Trifloxystrobin* y; *Picoxystrobin+Cyproconazole*. La menor incidencia de hongos se observó en el cultivar CD2750.

Palabras clave: Incidencia fúngica; Intacto; Masa de mil granos; Masa específica.

1. Introdução

A soja (*Glycine max*) tem importância significativa na economia brasileira, contribuindo para o reconhecimento do Brasil como um dos maiores produtores e exportadores mundiais. Conforme dados da safra 2020/21 pela Conab (2021), o Brasil produziu cerca de 137,3 milhões de toneladas. Do total da produção deste grão, o estado de Mato Grosso contribuiu com 36,5 milhões de toneladas, sendo o principal estado produtor.

No Mato Grosso devido à intensa produção de grãos, existe uma relação entre o cultivo de soja e o aumento do consumo de agroquímicos, sendo herbicidas e fungicidas os principais (Belo et al., 2012). Estes autores observaram, considerado uso de agrotóxicos em três anos, aumento em torno de 191%, incluindo formulações com glifosato (herbicida) e fungicidas dos grupos triazol e estrobilurina.

Apesar da existência de sistemas de tratamentos fungicidas eficientes no controle de fungos causadores de doenças na soja, os pesquisadores não descartam o uso de cultivares resistentes aos patógenos mais incidentes. A utilização desses materiais pode ser uma estratégia para reduzir os custos com agroquímicos, além de minimizar problemas ambientais (Embrapa, 2011). O uso de cultivares adequadas para determinada época e região de plantio, minimiza problemas relacionados ao crescimento, desenvolvimento e contaminação por microrganismos nas plantas (Silva Neto & Silva, 2010). Os programas de melhoramento têm procurado desenvolver cultivares cada vez mais capazes de se adaptarem em regiões distintas, reduzindo perdas edafoclimáticas (Freitas, 2001).

Além de aumentos de produtividade, tem-se observado uma preocupação dos produtores quanto à qualidade de grãos e sementes, pois a qualidade final é um parâmetro que vem sendo exigido pelo mercado consumidor (Alencar et al., 2009). A qualidade física dos produtos refere-se, por exemplo, ao teor de água, a massa específica aparente, a massa específica unitária e a massa de 1.000 grãos (Brasil, 2009). Essa qualidade pode ser afetada pela ação de fungos e insetos, e deveria ser priorizada, pois pode vir a ser fator comercial num futuro próximo, além de um diferencial que pode contribuir para a importação e exportação dos produtos (Andrade et al., 2010).

Assim, objetivou-se com esse trabalho analisar a qualidade física e sanitária de grãos de cultivares de soja Intacta, em função do uso de diferentes sistemas de fungicidas foliares para o controle de doenças.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido na região Norte de Mato Grosso em área comercial, implantado dia 24 de outubro e colhido no dia 30 de janeiro. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 8 com três repetições, sendo 5 sistemas fungicidas e 8 cultivares.

As cultivares de soja Intacta avaliadas foram: CD2817; CD2820; M8210; M8372; TMG2181; CD 2750; M6972 e M7739, que apresentam menor suscetibilidade às doenças e nematoides, comuns na região. Os sistemas de fungicidas que constituíram os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos fungicidas, época e dose de aplicações usadas como tratamento.

Tratamentos	Princípio ativo	Aplicação
1	<i>Prothioconazole + Trifloxistrobin</i>	2 aplicações foliares (R1 + 15 dias), na dose de 0,4 L ha ⁻¹
2	<i>Azoxistrobina + Benzodiflupir</i>	2 aplicações foliares (R1 + 21 dias), na dose de 0,2 kg ha ⁻¹
3	<i>Picoxystrobina + Ciproconazole</i>	2 aplicações foliares (R1 + 15 dias), na dose de 0,3 L ha ⁻¹
4	<i>Fluxapiroxade + Piraclostrobina</i>	2 aplicações foliares (R1 + 15 dias), na dose de 0,3 L ha ⁻¹
5	<i>Azoxistrobina + Ciproconazol</i>	2 aplicações foliares (R1 + 15 dias), na dose de 0,3 L ha ⁻¹

Fonte: Autores.

O tratamento de sementes e os tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para a cultura. A adubação foi realizada a lanço, com 200 kg ha⁻¹ de Mono-Amônio-Fosfato (Map) e 200 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl). Em pós-emergência foram aplicados 3,0 litros de glifosato + 2,0 L ha⁻¹ de manganês para controle de plantas daninhas, e 10 dias após, foi aplicado 1,0 L ha⁻¹ de manganês, juntamente com 0,6 L ha⁻¹ de *Pyraclostrobin + Epoxiconazol*.

O monitoramento das condições climáticas, durante desenvolvimento da cultura até a maturidade fisiológica, ocorreu por meio da estação meteorológica instalada no *Campus* de Sinop da Universidade Federal de Mato Grosso. O teor de água inicial foi determinado pelo método padrão da estufa, a 105 °C por 24 horas, em triplicata (Brasil, 2009).

A qualidade dos grãos foi quantificada por meio de propriedades físicas. Para a massa de 1.000 grãos foram pesadas 8 repetições de 100 grãos, em triplicata, sendo a média multiplicada por 10 conforme metodologia descrita nas Regra para Análise de Sementes (Brasil, 2009). A massa específica aparente foi determinada, utilizando-se um cilindro de capacidade de 1 L, com amostras isentas de impurezas e quebrados, onde o volume coletado no cilindro foi pesado em balança semi-analítica (0,01 g) e a altura de queda dos grãos no cilindro foi controlada e mantida em 20 cm, permitindo acomodação uniforme, em três repetições por amostra.

Obteve-se a massa específica unitária por meio da medida das três dimensões características do grão, sendo coletados ao acaso 20 grãos por amostra. As medidas foram obtidas com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm). A partir das dimensões características do grão de soja, foi possível determinar o volume do grão (mm³), atribuindo a forma geométrica de uma esfera, pela Equação 1:

$$V = \left[\frac{\pi \times A \times B \times C}{6} \right] \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

V = volume do grão (mm³);

A = maior dimensão do grão (mm);

B = dimensão média do grão (mm) e

C = menor dimensão do grão (mm).

Os grãos foram pesados individualmente em balança semi-analítica 0,001 g e, na sequência, realizou-se a relação da massa pelo volume do grão (Equação 2) obtendo a massa específica unitária, devidamente calculada em (kg m^{-3}).

$$\rho = \frac{M_s}{V_s} \times 1000 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

ρ = massa específica unitária (kg cm^{-3});

M_s = massa do grão (g) e

V = volume unitário dos grãos, em saturado de uma amostra (cm^{-3}).

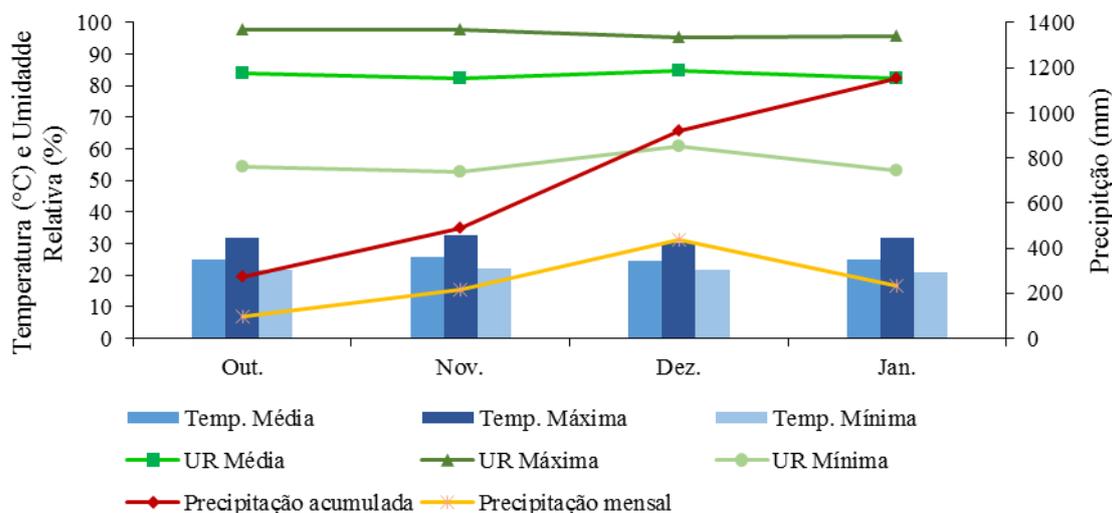
Na identificação de fungos presentes nas amostras utilizou-se o método de incubação em substrato de papel ou método do papel de filtro (“blotter test”), onde foram dispostos 400 grãos, divididos em 16 subamostras de 25 grãos, em caixas plásticas (gerbox) sobre camada de papel de filtro umedecido (2 folhas sobrepostas), mantendo distanciados em 1-2 cm, permitindo a passagem integral de luz incidente. As caixas com os grãos foram incubadas em estufa do tipo B.O.D., com fotoperíodo de 12 horas por 7 dias à temperatura de 20 °C. Após este período os grãos foram examinados individualmente com auxílio de um estereomicroscópio a resolução de 30-80X, para observação de frutificações típicas do crescimento de fungos. Observações de lâminas ao microscópio óptico (AF = 400X) foram realizadas para confirmar a identidade dos fungos em nível de gênero (Brasil, 2009).

Os dados de propriedades físicas foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Quando constatado efeito de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Enquanto que, os dados de incidência fúngica foram plotados em gráficos box plot, pelo software Jamovi, e avaliados descritivamente.

3. Resultados e Discussão

A condição climática é fator relevante quando se trata de qualidade de grãos, com influência nas propriedades físicas e incidência fúngica com conseqüente desenvolvimento de doenças. Tem-se na Figura 1 as condições climáticas durante o cultivo da soja.

Figura 1. Temperatura, umidade relativa e precipitação mensal e acumulada durante o cultivo da soja.



Fonte: Autores.

Segundo dados publicados pela Embrapa (2011), para um bom desenvolvimento a soja necessita de 450 a 800 mm

ciclo⁻¹ e temperatura ótima de 30° C, obtendo assim o máximo rendimento. Neste estudo, verifica-se que a precipitação máxima atingiu aproximadamente 1.200 mm entre outubro e janeiro, e que a partir do mês de novembro a precipitação se manteve entre os valores recomendados, com aproximadamente 600 mm. Além disso, foram alcançadas temperaturas máximas, pouco acima de 30° C e mínimas em torno de 20° C, permanecendo dentro da faixa considerada ideal para a cultura.

Os valores de umidade relativa do ar são importantes durante a aplicação de produtos, pois influenciam na absorção das moléculas pela planta, melhorando a eficiência de controle. Contudo, em final de ciclo a combinação de precipitações, alta umidade e alta temperatura do ar pode dificultar a pré-secagem dos grãos, prejudicando a colheita mecânica, e, conseqüentemente, influenciar a composição química dos grãos, a integridade física e proporcionar microclima favorável à infestação fúngica nos grãos (Ely, 2018).

A umidade relativa se manteve elevada, com valores entre 70 e 90% de outubro a janeiro (Figura 1), sendo comum para a região nesse período conforme os dados de Mayer et al. (2014) e Ruffato et al. (2015). Isso influenciou o teor de água dos grãos durante a colheita, que permaneceu entre 16,96 e 29,27% b.u, até 14 pontos percentuais acima do recomendado (13 a 15% b.u.) para que problemas com perdas e danos mecânicos sejam minimizados (Embrapa, 2013).

Para os dados de qualidade física (massa específica aparente, massa específica unitária e massa de mil grãos) das cultivares de soja Intacta houve diferença significativa entre os tratamentos de fungicidas testados ($p > 0,05$). Nota-se que os valores de massa específica aparente dos grãos de soja variaram de 642 a 708 kg m⁻³ (Tabela 2), corroborando com o encontrado na região por Pinto et al. (2017), que obteve médias entre 610 e 740 kg m⁻³. Variação nessa propriedade física pode indicar diferença qualitativa entre cultivares e tratamentos.

Entre os fungicidas testados, os melhores resultados da massa específica aparente foram observados para o T1 para as cultivares CD2820, M8210, M8372, CD2817 e M7739, enquanto os fungicidas T4 e T5 apresentaram as menores médias. Em relação as cultivares, a M6972 obteve os menores valores de massa específica aparente para todos os tratamentos. No entanto, apenas nos tratamentos T4 e T5 essa cultivar apresentou valores inferiores aos da região, que de acordo com os trabalhos de Mayer et al. (2014) e Ruffato et al. (2015) se concentra entre 650 e 700 kg m⁻³. Isso é um indicativo que a safra foi propícia para a produção de grãos de boa qualidade. A cultivar M7739 alcançou as maiores médias nos tratamentos T1 e T2, seguido da cultivar M8210 no T3.

Tabela 2. Efeito dos fungicidas sobre a massa específica aparente (kg m⁻³) em grãos de soja.

Cultivares	Tratamentos com fungicidas														
	T1			T2			T3			T4			T5		
TMG2181	685,64	bc	C	671,05	ab	A	683,8	cd	BC	683,61	c	BC	674,81	cd	AB
CD2820	693,28	c	C	676,96	bc	B	681,77	c	B	663,63	b	AB	658,49	bc	A
M8210	693,92	c	BC	687,85	d	AB	704,28	e	D	697,21	d	CD	681,74	de	A
M8372	693,74	c	C	668,59	ab	AB	674,46	bc	B	665,09	b	A	690,15	e	C
CD2817	695,30	cd	C	683,57	cd	A	693,65	d	BC	677,53	c	A	684,59	de	AB
CD2750	678,08	b	B	671,55	ab	AB	671,28	b	AB	662,74	b	A	668,15	bc	A
M7739	705,22	d	C	708,39	e	C	692,56	d	B	676,56	c	A	669,58	c	A
M6972	662,63	a	B	664,41	a	B	660,67	a	B	645,51	a	A	642,44	a	A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em que: T1 (*Prothioconazol+Trifloxistrobina*); T2 (*Azoxistrobina+Benzodiflupir*); T3 (*Picoxistrobina+Ciproconazol*); T4 (*Fluxapiraxade+Piraclostrobina*); T5 (*Azoxistrobina+Ciproconazol*). Fonte: Autores.

Para a massa específica unitária houve grande variação entre os resultados obtidos, sendo a mínima encontrada de 1.123,12 kg m⁻³ para a cultivar M6972 e a máxima de 1.508,80 kg m⁻³ para TMG2181 (Tabela 3). Verifica-se valores para essa propriedade física na região variando entre 1.000 a 1.200 kg m⁻³, segundo dados de Mayer et al. (2014) e Ruffato et al. (2015).

Diferente da massa específica aparente, o fungicida T4 alcançou melhores resultados para massa específica unitária das cultivares TMG2181, M8372, CD2750 e M7739, ao passo que as menores médias foram para os fungicidas T2 e T3. A comparação entre as cultivares indica melhores resultados para a TMG2181 nos tratamentos T1 e T4 e para a CD2820 no T3 e T5. A cultivar M6972 apresentou o menor desempenho para a massa específica unitária. Além disso, nota-se diferenças estatísticas para quase todas as cultivares analisadas nessa propriedade, com exceção da M7739 e da CD2817.

Tabela 3. Efeito dos fungicidas sobre a massa específica unitária (kg m⁻³) em grãos de soja.

Cultivares	Tratamentos														
	T1			T2			T3			T4			T5		
TMG2181	1.418,52	c	B	1.196,50	ab	A	1.146,92	a	A	1.508,80	d	C	1.182,90	a	A
CD2820	1.267,32	b	ABC	1.251,96	abc	AB	1.331,68	d	C	1.216,55	ab	A	1.317,94	d	BC
M8210	1.278,49	b	AB	1.339,11	c	B	1.266,08	cd	AB	1.259,55	ab	A	1.286,91	bcd	AB
M8372	1.250,97	b	AB	1.219,09	ab	A	1.225,52	abc	A	1.358,20	c	C	1.308,89	cd	BC
CD2817	1.227,46	b	A	1.185,76	ab	A	1.249,08	bcd	A	1.197,32	a	A	1.228,56	abc	A
CD2750	1.239,60	b	AB	1.170,66	a	A	1.173,76	ab	A	1.298,34	bc	B	1.204,56	ab	A
M7739	1.270,09	b	A	1.263,03	bc	A	1.255,96	bcd	A	1.292,55	bc	A	1.258,54	abcd	A
M6972	1.123,12	a	A	1.256,61	abc	B	1.248,36	bcd	B	1.196,73	ab	B	1.200,42	abcd	B

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em que: T1 (*Protiocanazol+Trifloxistrobina*); T2 (*Azoxistrobina+Benzodiflupir*); T3 (*Picoxistrobina+Ciproconazol*); T4 (*Fluxapiraxade+Piraclostrobina*); T5 (*Azoxistrobina+Ciproconazol*). Fonte: Autores.

A massa de 1.000 grãos apresentou grandes variações, porém todas as cultivares alcançaram valor superior à 150 g (Tabela 4), corroborando com as médias encontradas por outros pesquisadores que avaliaram soja produzidas na mesma região, como Ramos Júnior et al. (2019) com média de 166 g e Pinto et al. (2020) variando entre 154,67 e 160,45 g. Além disso, Basso et al. (2015) avaliou a eficiência de fungicidas no rendimento da cultura da soja em Lucas do Rio Verde, também no Norte de Mato Grosso, e observou valores de no máximo 149,7 g, para o uso do sistema fungicida *Fluxapiraxade+Piraclostrobina*, estando inferior ao T4, independente da cultivar.

Tabela 4. Efeito dos fungicidas sobre a massa de mil grãos (g) em grãos de soja.

Cultivares	Tratamento com fungicidas														
	T1			T2			T3			T4			T5		
TMG2181	174,62	abc	A	176,42	bc	A	176,45	b	A	185,69	b	B	173,77	ab	A
CD2820	165,06	a	A	171,73	b	AB	171,57	ab	AB	174,88	a	BC	180,32	bc	C
M8210	178,09	c	BC	176,62	bc	BC	180,06	b	C	170,24	a	AB	165,66	a	A
M8372	176,93	bc	AB	172,41	b	AB	178,4	b	B	168,58	a	A	175,12	b	AB
CD2817	168,09	ab	B	157,57	a	A	165,94	a	B	167,1	a	B	171,99	ab	B
CD2750	182,41	c	A	185,21	cd	AB	194,76	c	C	192,59	b	BC	187,17	c	ABC
M7739	174,06	abc	A	204,86	e	C	203,15	c	C	193,77	b	B	203,61	d	C
M6972	199,68	d	B	190,16	d	A	194,81	c	AB	189,81	b	A	187,34	c	A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em que: T1 (*Protiocanazol+Trifloxistrobina*); T2 (*Azoxistrobina+Benzodiflupir*); T3 (*Picoxistrobina+Ciproconazol*); T4 (*Fluxapiraxade+Piraclostrobina*); T5 (*Azoxistrobina+Ciproconazol*). Fonte: Autores.

Nota-se que o T3 apresentou valores maiores da massa de 1.000 grãos para as cultivares CD2750, M7739 e M6972, não diferindo estatisticamente entre si. Seguido pelos tratamentos T4 e T5 que obtiveram desempenho semelhante, enquanto o T1 obteve as menores médias. A cultivar M7739 apresentou as melhores médias de massa de 1.000 grãos para os tratamentos T2, T3, T4 e T5, seguida pelas cultivares M6972 e CD2750, respectivamente. Além disso, verifica-se que os únicos resultados acima de 200 g foram para a cultivar M7739 nos tratamentos T2, T3 e T5, indicando que houve bom enchimento dos grãos. A cultivar CD2817 obteve o menor rendimento dos grãos, independente do tipo de tratamento com fungicida.

Pelos resultados da análise de qualidade física dos grãos de soja, é possível observar que os tratamentos fungicidas T3 (*Picoxistrobina+Ciproconazole*) e T5 (*Azoxistrobina+Ciproconazol*) proporcionaram a melhor qualidade física para as cultivares de soja. Esses fungicidas são sistêmicos e utilizam Ciproconazol, um composto químico do grupo Triazol que bloqueia uma camada da célula fúngica (Ergosterol), interrompendo o crescimento dos fungos. Outro composto químico desses fungicidas é do grupo das Estrobilurinas, sendo Picoxistrobina para o tratamento T3 (Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, nº 009107), e Azoxistrobina para o tratamento T5 (Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, nº 04903), que segundo as restrições de uso descritas na lista de agrotóxicos, visam inibir a respiração mitocondrial das células fúngicas (Ghini & Kimati, 2000).

Do mesmo modo que o ocorrido neste estudo, para a safra de soja de 2006/07 em Minas Gerais, segundo Santos Neto et al. (2008) os fungicidas *Picoxistrobina+Ciproconazol* e *Azoxistrobina+Ciproconazol* se destacaram entre outros fungicidas utilizados. Apresentaram resultados mais elevados para produtividade e massa de 1.000 grãos, além de baixa infestação por ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). Para Basso et al. (2015), o uso de *Azoxistrobina* além de proporcionar resultados de qualidade física mais elevados, também apresentou bons resultados no controle de mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*).

Com relação às cultivares, para as propriedades de qualidade física as que apresentaram melhores resultados foram cultivares da empresa Monsoy. A cultivar M7739 obteve altos resultados para quase todas as análises, sendo as principais, massa específica aparente e massa de 1.000 grãos, seguida pelas cultivares M6972 e M8210. Apenas a M6972 não possui indicação para as condições da região de estudo, porém possivelmente pelo uso de tratamentos fungicidas essa cultivar apresentou altos resultados quanto sua qualidade física.

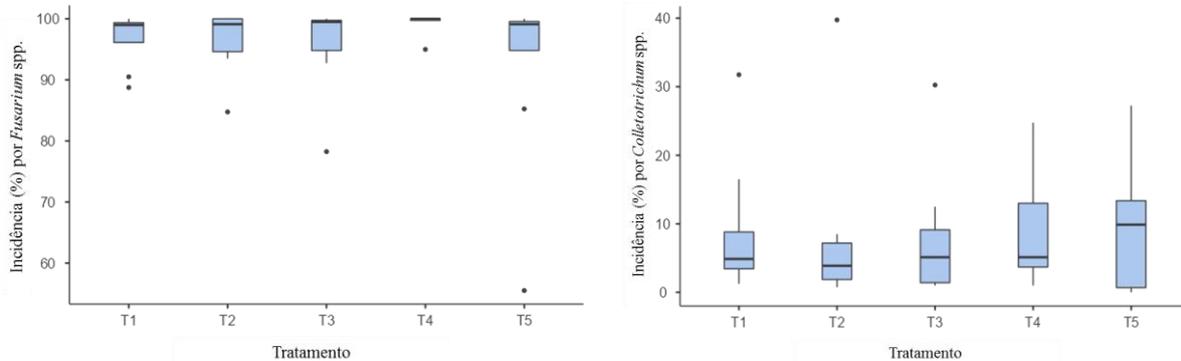
Belufi et al. (2015) que avaliaram a eficiência da cultivar Intacta M8210 para produção de soja em Lucas do Rio Verde – MT, observaram maiores resultados de massa de 1.000 grãos com a combinação de aplicações entre os sistemas de fungicidas *Protiocanazol+Trifloxistrobina* e *Azoxistrobina+Benzodiflupir*, porém para esse estudo o maior resultado foi com duas aplicações do fungicida *Picoxistrobina+Ciproconazol*, e então, seguido dos fungicidas *Protiocanazol+Trifloxistrobina* e *Azoxistrobina+Benzodiflupir*.

Na avaliação sanitária, apesar das cultivares serem tratadas com diferentes combinações de fungicidas foliares, houve grande incidência de fungos. Das 40 amostras analisadas, 13 apresentaram 100% de infecção por alguma espécie fúngica. Os fungos identificados foram: *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Colletotrichum* spp., *Phomopsis* spp. e *Macrophomina* spp.

O gênero *Fusarium* foi o mais encontrado (Figura 2), com valores medianos próximos entre os tratamentos, variando de 99 a 100%. É possível observar pontos extremos, como no T5, em que a cultivar M7739 apresentou contaminação média de 55,5%, apesar de pouca dispersão entre os dados do primeiro e terceiro quartil, principalmente no T4. Estes índices estão acima do encontrado na região, como na pesquisa de Carvalho et al. (2021) que observaram até 5,8% de contaminação em sementes de soja produzidas e armazenadas em Campo Novo dos Parecis – MT, e Pereira et al. (2019) que constataram até 50% de incidência em soja sem tratamento de sementes e de até 35% em sementes de soja tratadas, em Tangará da Serra - MT. No geral, o T5 (*Azoxistrobina+Ciproconazol*) apresentou menor porcentagem de grãos contaminados, corroborando com dados encontrados por Stefanello et al. (2012), que verificaram que o tratamento foliar com *Azoxistrobina+Ciproconazol* reduziu a

incidência de *Fusarium* spp. em grãos de milho.

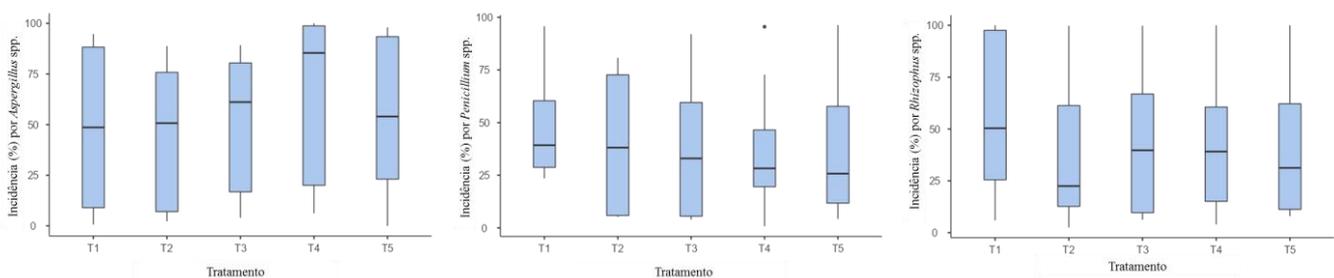
Figura 2. Incidência (%) de *Fusarium* spp. e *Colletotrichum* spp. em grãos de soja tratados com diferentes combinações de fungicidas foliares.



Fonte: Autores.

O fungo *Colletotrichum* spp. causador da antracnose, apresentou incidências inferiores quando comparado com resultados de outros pesquisadores da região, porém apenas uma amostra não foi contaminada por esse fungo, a M6972 quando submetida ao T5 (Figura 2). A mediana variou de 3,88 a 9,88%, com pontos extremos no T1, T2 e T3, sendo os dois primeiros, os tratamentos com menor dispersão de dados e o T5 com maior variação, apresentando 50% dos dados entre 0,68 a 13,4% de incidência. Ruffato et al. (2015), identificaram até 41,63% de incidência de *Colletotrichum* spp. em grãos de soja produzida em Sinop – MT, e Venceslau (2013), para o município de Feliz Natal – MT, verificou que cerca de 80% dos grãos apresentaram incidência por esse patógeno. Por outro lado, Pereira et al. (2019) encontraram de 2,5% a 25% de *Colletotrichum* spp. em soja sem tratamento de semente e até 14% em soja tratada com fungicidas. O tratamento 2 (*Azoxistrobina*+*Benzodiflupir*), no geral, apresentou os menores percentuais de incidência, porém foi onde ocorreu a máxima infestação (39,75%) para a cultivar TMG2181.

Figura 3. Incidência (%) de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Rhizopus* spp. em grãos de soja tratados com diferentes combinações de fungicidas foliares.



Fonte: Autores.

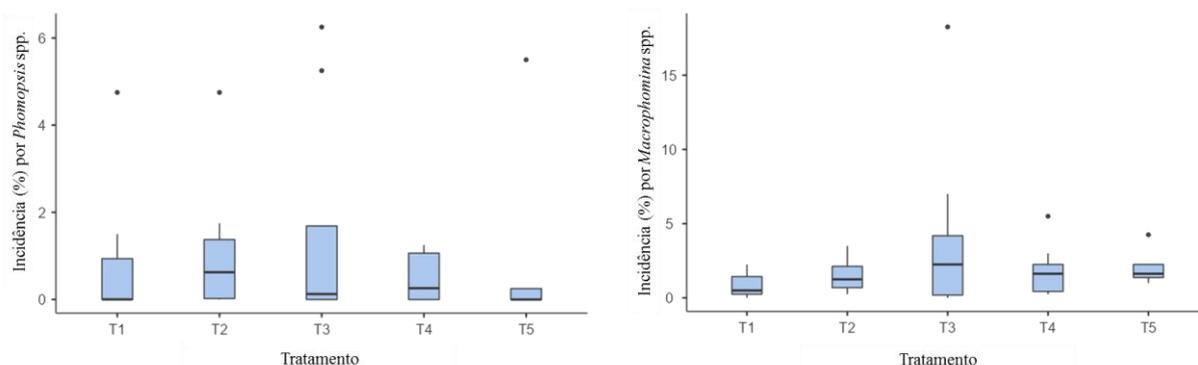
Os fungos *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Rhizopus* spp. são fungos de armazenamento, mas foram identificados em quase todas as amostras, com exceção da variedade M7739, submetida ao T5, onde não se verificou infestação por *Aspergillus* spp. (Figura 3). Autores como Carvalho et al. (2021) indicam que estes fungos tendem a aumentar ao longo do armazenamento, devido as condições ideais para o seu desenvolvimento, o que leva a redução do potencial fisiológico e, consequentemente, a viabilidade da conservação dos produtos. Para *Aspergillus* spp. a variação foi de 0 a 100%, para

Penicillium spp. de 0,75 a 96,25%, e para *Rhizopus* spp. de 4 a 100%, demonstrando que há a necessidade de um cuidado maior no processamento dos grãos, especialmente quando armazenados.

Pelos diagramas de caixa (Figura 3), observa-se grande dispersão entre os dados para as combinações de fungicidas dos três gêneros, com medianas dos tratamentos variando de 48,6 a 85,5% para *Aspergillus* spp., de 25,8 a 39,3% para *Penicillium* spp. e de 22,5 a 50,4% para *Rhizopus* spp. O *Aspergillus* spp. apresentou maior incidência e, dentre os tratamentos, o T2 foi o que apresentou valores inferiores, na dispersão de 50% dos dados. O *Penicillium* spp., entre os três gêneros, foi o que apresentou menor incidência, com 50 % dos dados abaixo de 46,5% para o T4 até 72,7% para o T2. E o *Rhizopus* spp. foi o que apresentou menor variação entre os tratamentos, apenas o T1 que obteve maior incidência e dispersão dos dados.

O tratamento que mais inibiu o desenvolvimento de *Aspergillus* spp. foi T3 (*Picoxystrobina*+*Ciproconazole*), onde 4 das 8 variedades apresentaram valores menores quando submetidas à esse tratamento, e entre as cultivares, a CD2750 apresentou maior resistência, seguida da M7739 e da CD2817. Para o controle de *Penicillium* spp. os tratamentos mais eficientes foram com o uso das combinações T3 e T2, e as cultivares mais resistentes também foram as da Coodetec. Para *Rhizopus* spp., um fungo que se desenvolve muito rápido, verifica-se que quando realizado o uso do fungicida T2 (*Azoxistrobina*+*Benzodiflupir*) menor incidência desse fungo é observada nos grãos. Diferente de outros fungos de armazenamento (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.) as cultivares da Coodetec (CD 2820, 2750 e 2817) foram as mais vulneráveis à incidência por *Rhizopus* spp., enquanto as da Monsoy apresentaram menores índices de contaminação.

Figura 4. Incidência (%) de *Phomopsis* spp. e *Macrophomina* spp. em grãos de soja tratados com diferentes combinações de fungicidas foliares.



Fonte: Autores.

Os gêneros *Phomopsis* e *Macrophomina*, apesar de baixa incidência nas amostras, demonstram que as culturas no campo enfrentam uma infinidade de infecções fúngicas em vez de uma única doença, e com isso, a aplicação de combinações de fungicidas é indispensável (Figura 4). Autores avaliaram doenças causadas por espécies destes gêneros no girassol e afirmam que o Cancro da Haste (*Phomopsis helianthi*) foi a doença com os efeitos mais devastadores sobre a produtividade, enquanto os efeitos da Podridão do Carvão (*Macrophomina phaseolina*) tem maior relação com a aquisição de Nitrogênio do solo e translocação dentro da planta (Tsialtas et al., 2017).

Observa-se que a mediana dos tratamentos apresenta valores próximos para o *Phomopsis* spp., variando de 0 a 0,6% de incidência, o que diferencia são os intervalos entre o primeiro e terceiro quartis, onde estão 50% dos dados. Também é possível identificar pontos extremos, em quase todos os tratamentos, com exceção do T4. Para *Macrophomina* spp. os tratamentos apresentaram menor dispersão dos dados, com 50% dos resultados próximos a mediana que variou de 0,5 a 2,2% incidência. O T3 foi o tratamento com maior dispersão para os dois fungos, bem como o tratamento com pontos mais extremos.

A importância de pesquisas e informações sobre fungos em produtos está relacionada ao aumento de substâncias tóxicas, como as micotoxinas, que são produzidas por esses microrganismos. Estudos de Calori-Domingues et al. (2018) apontam que 43,3% das amostras de soja testaram positivo para aflatoxina B1, a mais comum e potente das aflatoxinas, classificada como carcinógena do grupo 1 e considerada fator de risco para o desenvolvimento de carcinoma hepatocelular. E 80% testaram positivo para zearalenona, que não é considerado cancerígeno para humanos, mas causa vários efeitos adversos em animais como perus, porcos e bovinos.

A toxicidade dessa substância preocupa pesquisadores e produtores de soja por comumente infectar o grão no período de pré-colheita, sendo que não há indicação de produtos para controle fúngico após a colheita, apenas recomendação de manejo da massa de grãos.

4. Conclusão

Conclui-se que as cultivares tratadas com as combinações de fungicidas *Picoxistrobina+Ciproconazol* e *Azoxistrobina+Ciproconazol* produzem grãos com melhor qualidade física, enquanto a aplicação dos sistemas de fungicidas *Prothioconazole+Trifloxistrobina* e *Picoxistrobina+Ciproconazol* colaboram com a sanidade dos grãos. Além disso, a cultivar de soja Intacta M7739 apresenta grãos com qualidade física superior as demais cultivares testadas e a cultivar CD2750 é mais resistente a incidência de fungos da região.

Com a ampla disponibilidade de novos produtos a cada ano, seja cultivares ou produtos fitossanitários, é importante a constatare avaliação das propriedades dos grãos, uma vez que influenciam diretamente na qualidade final e no valor comercial.

Referências

- Alencar, E. R., Faroni, L. R. D., Lacerda Filho, A. F., Peternelli, F. A., & Costa, A. R. (2009). Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(5), 606–613. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000500014>
- Andrade, P. J., Ferronato, A., Campelo Junior, J. H., & Caneppele, M. A. B. (2010). Qualidade física dos grãos de soja, cultivar TMG115RR, submetidos à simulação de chuva durante o retardamento de colheita. *Scientia Agraria*, 11(4), 281-292. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v11i4.18262>.
- Basso, P., Bonaldo, S. M., & Ruffato, S. (2015). Avaliação de fungicidas no controle de antracnose e mancha alvo, e no rendimento da cultura da soja. *Scientia Agraria Paranaensis*, 14(3), 191-199. <https://doi.org/10.18188/sap.v14i3.10275>
- Belo, M. S. S. P., Pignati, W., Dores, E. F. G. C., Moreira, J. C., & Peres, F. (2012). Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. *Revista brasileira de saúde ocupacional*, 37(135): 78-88. doi: <https://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100011>
- Brasil. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF, 2009. 397 p.
- Calori-Domingues, M. A., Iwahashi, P. M. R., Ponce, G. H., da Gloria, E. M., Dias, C. T. S., Button, D. C., & De Camargo, A. C. (2018) Aflatoxin B1 and zearalenone in soybeans: occurrence and distribution in whole and defective kernels. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 11(4), 273-280. <https://doi.org/10.1080/19393210.2018.1502818>.
- Carvalho, E. R., Reis, L. V., K. Rocha, D. K., & Penido, A. C. (2021). Incidence of fungal species in stored soybean seeds in relation to cooling before packing and to packing material. *Revista de Ciências Agrárias*, 44(2-3), 193-202. <https://doi.org/10.19084/rca.24610>.
- CONAB. Companhia Nacional de abastecimento (2021). *Boletim de grãos-setembro de 2021*. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>
- Ghini, R., & Kimati, H. (2000). *Resistência de fungos a fungicidas*. (2a ed.), Embrapa Meio Ambiente, 78 p.
- Ely, A. (2018). Redução da qualidade de grãos de soja durante o armazenamento em diferentes condições de umidade e temperatura. *Revista Thema*, 15(2), 506–520. <https://doi.org/10.15536/thema.15.2018.506-520.859>
- Embrapa. Empresa brasileira de pesquisa e agropecuária. (2011). *Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013*. Embrapa Soja.
- Freitas, M. C. M. (2001). A cultura da soja no Brasil: O crescimento da população brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 7, 12.
- Mayer, J. F., Ruffato, S., Bonaldo, S. M., & Arfeli, M. J. Avaliação da qualidade de grãos de soja em função da época de colheita no norte de Mato Grosso. *Anais...XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014*. Campo Grande - MS, Brasil.

Pereira, T. A. X., Pereira, P. S. X., Araújo, D. V. de, Pallaoro, D. S., Bianchini, A., & Machado, R. S. (2019). Effect of the storage period and fungicide treatment on the physiological and sanitary. *Journal of Experimental Agriculture International*, 37(5), 1–13. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/v37i530280>

Pinto, R. S., Botelho, F. M., Botelho, S. C. C., & Angeli, A. M. (2017). Qualidade de grãos de soja em diferentes épocas de colheita. *Nativa*, 5(esp.), 463-470. <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i7.4375>

Pinto, A. C., Zambenedetti, R., Oliveira, A. J. C., Pereira, C. S., & Silva, A. A. (2020). Aplicação foliar de nitrogênio em diferentes estádios fenológicos na cultura da soja. *Nativa*, 8(3), 376-380. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.8528>

Ramos Junior, E. U., Ramos, E. M., Konzen, L. M., Faleiro, V. O., Silva, A. F., & Tardin, F. D. (2019). Desempenho da soja em sucessão ao consórcio de milho segunda safra com diferentes densidades de *Crotalaria spectabilis*. *Nativa*, 7(6), 649-655. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i6.7930>

Ruffato, S., Freitas, P. H. S., Bonaldo, S. M., Dal Maso Netto, G., Eckert, L. L. F., Qualidade pós-colheita de grãos de soja em função da aplicação de fungicidas associado com fosfite-fosfato de potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7, 2015, Florianópolis – SC. Anais... Florianópolis: CBSOJA, 2015.

Santos Neto, J. T., Miguel-Wruck, D. S., Paes, J. M. V., & Zito, R. K. (2008). Eficiência de triazóis nos ensaios em rede para controle de ferrugem-asiática-da-soja (*Phakopsora pachyzi*), em Uberaba, safra 2006/2007. *Epanig: Empresa de pesquisa agropecuária de Minas Gerais*, 38: 4.

Silva Neto, S. P., & Silva, S. A. Plantio da soja na época certa. Embrapa cerrados. Planaltina, DF, 2010. <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/254/>>.

Tsialtas, J. T., Theologidou, G. S., & Karaoglanidis, G. S. (2017). Effect of pyraclostrobin on disease control, leaf physiology, seed yield and quality of sunflower. *Crop Protection*, 99, 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.022>.