



Anomalia ou podridão de vagens e grãos em soja? Eis a Questão

Carlos Guilherme Theodoro dos SANTOS ¹, Ana Gabriela Araújo VERÇOSA ¹,
Douglas Sobral de ARAÚJO ¹, Maria Cecília FACHINELLO ¹, Solange Maria BONALDO ^{*1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

² Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

*E-mail: solange.bonaldo@ufmt.br

Submetido em: 31/07/2023; Aceito em: 21/05/2024; Publicado em: 29/05/2024.

RESUMO: A cultura da soja está entre as principais atividades econômicas brasileiras. Com aumento de área cultivada principalmente em sistemas de sucessão soja-milho, ocorreu aumento no número de doenças e da severidade destas. Nas últimas safras produtores agrícolas da região médio-norte de Mato Grosso relatam novos casos de áreas acometidas pelo que foi denominado pelos produtores de anomalia da soja, por consequência da má formação de sementes, abertura de vagens, germinação de sementes e alta incidência de grãos avariados acarretando perdas significativas. Desde a safra 2019/2020 empresas e pesquisadores procuram entender e diagnosticar a anomalia. Este estudo, buscou abordagens que pudessem agregar em contribuições favoráveis ao problema com o objetivo de investigar possíveis causas e encontrar mais respostas sobre o fato. Utilizando de ferramentas de buscas, foi realizado levantamento bibliográfico sobre a anomalia e os fatores associados a essa enfermidade. Foi concluído que muitos são os fatores que contribuem para a severidade da anomalia, desde ambientais a genéticos. Pouco se sabe e nada pode se afirmar sobre a causa de tal problema, investiga-se que sejam agentes etiológicos descritos e não descritos na literatura, sendo assim pesquisas de campo e o Postulado de Koch precisam ser realizados para comprovarem-se as teorias.

Palavras-chave: abertura de vagens; apodrecimento; Mato Grosso; patógenos.

Anomaly or pod and grain rot in soybean? That is the Question

ABSTRACT: Soybean cultivation is among the main economic activities in Brazil. With the increase in cultivated area, mainly in soybean-corn succession systems, there was an increase in the number of diseases and their severity. In recent harvests, farmers of the Mid-Northern region of Mato Grosso have reported new cases of areas affected by what was called by producers of soybean anomaly, because of poor grain formation, pod opening, seed germination and high incidences of damaged seeds causing significant losses. Since the 2019/2020 soybean season, companies and researchers have sought to understand and diagnose the anomaly. This study sought approaches that could add favorable contributions to the problem to investigate possible causes and find more answers about the facts. A bibliographic survey was carried out using search tools on the anomaly and the factors associated with this disease. It was concluded that many factors contribute to the severity of the anomaly, from environmental to genetic. Little is known, and nothing can be said about the cause of such a problem; it is investigated that they are etiological agents described and not described in the literature. Therefore, field research and Koch's Postulate must be carried out to prove the theories.

Keywords: pod opening; decay; Mato Grosso; pathogens.

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio está entre as principais atividades econômicas do Brasil e a soja é protagonista das exportações, sendo de extrema importância para o saldo comercial brasileiro (COLETTI et al., 2022). No cenário mundial, o Brasil, seguido dos Estados Unidos, e da Argentina se destacam como os maiores produtores de soja, os quais juntos correspondem a mais de 80% da produção mundial deste grão (USDA, 2019). Todavia, apesar da elevada produção, algumas doenças surgiram no caminho com proeminente incidência e causando perdas expressivas, caso não ocorra um sistema de manejo adequado, as perdas irão aumentar (MORAES et al., 2021).

O cenário das doenças na cultura da soja no Brasil vem se alterando a cada ano, com o aumento da severidade de

algumas doenças, tanto da parte aérea, como as causadas por fungos habitantes do solo (ITO, 2013). Nas últimas safras, técnicos e produtores agrícolas da região médio-norte do estado de Mato Grosso (MT) tem relatado o aumento significativo de áreas acometidas pela “anomalia” de vagens de soja.

Os sintomas observados em campo ocorrem em diferentes estágios de desenvolvimento da planta, com melhor visualização a partir do estágio R5.1 (grãos perceptíveis ao tato) (Figura 1). Também foram observados a campo, alguns distúrbios hormonais, como por exemplo, desenvolvimento vegetativo incomum, maturação precoce de vagens e grãos, em terços diferentes das plantas, abertura de vagens e germinação de grãos, além de hastes resistindo a dessecação (Figura 2).



Figura 1. Vagens e sementes com sintomas de anomalia em soja.
Figure 1. Pods and seeds with soybean anomaly symptoms.



Figura 2. Abertura de vagens e germinação de sementes.
Figure 2. Pod opening and seed germination.

A anomalia da soja é considerada doença emergente que vem ocorrendo, principalmente, nas lavouras da região médio-norte mato grossense, e alguns municípios de Rondônia (FUNDAÇÃO MT, 2023). Os primeiros relatos de anomalia em soja foram observados e reportados na safra 2019/2020. Por se tratar de um cenário relativamente recente na produção brasileira, especialmente acometendo regiões do médio-norte de Mato Grosso, uma das principais regiões que produzem soja no mundo, existe uma “corrida armamentista” para desvendar o que está por trás da anomalia (e/ou podridão de vagens e sementes), ou seja, descobrir o agente causal desse problema bem como estabelecer medidas de controle adequadas.

Desde a safra 2019/2020 diversas empresas de pesquisa buscam desvendar esse mistério, e consequentemente ajudar os produtores de soja. Logo, essas estações de pesquisa realizaram diversas palestras e encontro técnicos, com objetivo de compartilhar os resultados obtidos com a comunidade do setor. Acompanhando essas reuniões, observamos que algumas ideias apresentadas pelos palestrantes, se coincidem e outras seguem caminhos

diferentes, ou seja, muitos pesquisadores acreditam que a umidade causada por longos períodos de molhamento foliar predispõe a planta à infecção de patógenos.

Porém o agente causal da doença é um fator que causa discordância, alguns pesquisadores acreditam que a anomalia da soja, seja na verdade uma variação do apodrecimento de sementes (Seed decay), doença essa causada por *Phomopsis longicolla*. Outros pesquisadores citam um complexo de fungos constituídos por espécies de *Colletotrichum*, *Diaporthe/Phomopsis* e *Fusarium*.

A especulação em torno desses patógenos está relacionada a análises laboratoriais de plantas com sintomas de anomalia, onde observa-se com frequência a presença de alguns fitopatógenos associados a soja (EMBRAPA, 2022), como por exemplo: *Fusarium* sp., *Diaporthe* spp., espécies de *Colletotrichum* e *Corynespora cassiicola* (BONALDO; PEREIRA, 2022).

Pensando nisso nosso estudo de caso, buscou abordagens que pudessem agregar em contribuições favoráveis ao problema. Elegemos essas abordagens como fatores que possam interferir no aparecimento ou severidade da anomalia. Estresse hídrico, quantidade de lignina na cultivar, época de semeadura e fungos encontrados nas amostras coletadas com anomalia podem servir como base na corrida para encontrar um padrão, uma vez que essas abordagens podem interferir em condições favoráveis para o agravamento do problema.

Destes modos, tentando entender melhor o aumento dos casos da anomalia na cultura da soja no médio-norte do Mato Grosso, o objetivo desse estudo de caso é investigar possíveis causas e encontrar mais respostas sobre o fato, utilizando de ferramentas e levantamento sobre o assunto, relacionando doenças semelhantes descritas na literatura com os sintomas característicos da anomalia observados à campo.

2. METODOLOGIA

2.1. Levantamento bibliográfico

Parte do conteúdo obtido para escrita deste estudo de caso foi levantado nas bases de busca online, pelo portal de Periódicos da Capes acessado via vínculo UFMT. Utilizamos as bases de dados Web of Science (WoS) e Scopus para levantar a bibliografia disponível sobre o assunto (QUADRO 1). Uma busca complementar também foi realizada no Google acadêmico utilizando a combinação mais simples do drive. As palavras chaves usadas foram: “Anomalia da soja” “Podridão das vagens de soja.” Essas foram buscadas em inglês também.

Quadro 1. Combinação dos termos utilizados para o levantamento de artigos nas plataformas, Web of Science e SCOPUS.

Table 1. Combination of terms used to search for articles on the Web of Science and SCOPUS platforms.

Tema	Termo	Combinação
Terminologia agrônômica	Soja Anomalia	(“Soja” OR “Soybean” OR “Anomal*”) AND (“Vagem” OR “Pod”)
Terminologia Vegetal	Vagem Podridão Haste	OR “Haste” OR “Stalk”) AND (“Brasil” OR “Brazil”)
Localidade	Brazil	

O * ao final da palavra significa que a busca vai ser feita com o prefixo do termo sendo buscados todos os sufixos possíveis, ou seja, permite a busca em outros idiomas.

2.2. Palestras/seminários/apresentações

As informações obtidas a partir de palestras comerciais ou acadêmicas a respeito do assunto também foram levadas em conta para o arcabouço teórico do estudo de caso.

2.3. Critérios de inclusão dos artigos analisados

Para verificar os critérios de inclusão em cada documento, exploramos a adequação no título e resumo, e dividimos os documentos em dois agrupamentos:

1. Critérios de Inclusão, artigos de interesse, compreende artigos que preenchiam os critérios de inclusão para análise sendo eles:
 - a. Artigos brasileiros, ou seja, produzidos no Brasil.

- b. Artigos que tratassem de abordagens relacionadas a podridão de vagens (Tabela 1).

- i. Espaçamento de plantio
- ii. Estresse hídrico
- iii. *Diaporthe*
- iv. Lignina
- v. Época de plantio

2. Critérios de Exclusão, artigos descartados. Aqueles que não se encaixavam as abordagens descritas na Tabela 1. Foram eles:

- a. Artigos estrangeiros;
- b. Que abordaram outras culturas (ex. feijão e milho);
- c. Relacionados à insetos.

Tabela 1. Atributos selecionados para categorizar as abordagens de interesse para o estudo de caso.

Table 1. Attributes were selected to categorize the approaches of interest for the case study.

Abordagem	Significado
Espaçamento	Artigos que trabalhavam diferentes espaçamentos para semeadura de soja.
Estresse hídrico	Artigos que estudassem as consequências de excesso ou déficit de água para a soja.
<i>Phomopsis/Diaporthe</i>	Artigos que relacionavam podridões (de vagem, principalmente) ao fungo <i>Phomopsis/Diaporthe</i> .
Lignina	Artigos que estudavam a estrutura de composição da lignina para a parede celular da soja.
Época de Semeadura	Artigos que comparavam características da soja em diferentes datas de semeadura.
Não se encaixa	Artigos que apesar de tratarem de soja, não estavam relacionados à podridão de vagens ou as abordagens anteriores.

3. DISCUSSÃO

Das buscas as bases de dados, obtivemos 582 artigos indexados nas bases de dados, sendo eles: 362 documentos exportados do WoS e 220 da plataforma SCOPUS. Depois de refinar os artigos verificando título e resumo quando necessário, obtivemos 84 artigos, que passaram pelos critérios de inclusão (Tabela 2).

Tabela 2. Número de artigos encontrados no levantamento bibliográfico para cada abordagem selecionada e sua respectiva porcentagem na amostra.

Table 2. Number of articles found in the bibliographic survey for each selected approach and their respective percentage in the sample.

Abordagem	Número de artigos	Porcentagem
Espaçamento	4	4,7
Estresse Hídrico	8	9,5
<i>Phomopsis/Diaporthe</i>	5	6,0
Lignina	12	14,3
Época de semeadura	8	9,5
Não se encaixa	47	56
Total	84	100

3.1. Espaçamento na cultura da soja

De acordo com recomendações técnicas para o cultivo da soja no Brasil, o espaçamento entrelinhas utilizado varia de 45 a 50cm (PROCÓPIO et al., 2022). O arranjo escolhido no semeio da soja influencia na fisiologia da planta e no manejo da lavoura, além de interferir na severidade das doenças, uma vez que o fechamento precoce das entrelinhas proporciona o surgimento de um ambiente adequado para o pleno desenvolvimento de fitopatógenos (HEIFFIG et al., 2006), ou seja, o fechamento precoce da entrelinha proporciona menor circulação de ar e maior umidade, principalmente na região do terço inferior das plantas. Esta região possui como característica amplitude térmica menor, onde o orvalho tem sua evaporação retardada, gerando assim um molhamento

foliar superior a 10 horas por dia, condição ideal para o desenvolvimento de doenças (BLAD et al., 1978; SUTTON, et al., 1984; PEDRO JÚNIOR, 1989; BALARDIN, 2002; COSTA et al., 2002; REIS, 2004).

Os esporos da maioria dos fitopatógenos necessitam de apenas algumas horas de contato com a água na superfície do hospedeiro, para que ocorra a germinação e em seguida a penetração no tecido da planta. Essa relação entre o tempo de molhamento foliar e a severidade das doenças, é compartilhada com todos os patógenos encontrados nas análises laboratoriais das plantas com anomalia, ou seja, *Colletotrichum* spp. apresentam melhor desenvolvimento em regiões com elevada precipitação e altas temperaturas; *Phomopsis/Diaporthe* spp. causam doenças mais severas em ambientes chuvosos. Espécies de *Fusarium* spp. e *Corynespora cassiicola* se desenvolvem melhor em ambientes úmidos e com altas temperaturas (AMORIM et al., 2016).

Outra limitação promovida pela escolha do espaçamento das plantas é a supressão das características fisiológicas que as folhas presentes no terço médio e inferior poderiam executar, ou seja, a falta de luminosidade nas folhas inferiores do dossel das plantas, pode acelerar a senescência das mesmas, reduzir a fixação de flores e conseqüentemente a produção de legumes, prejudicando assim o potencial produtivo das plantas (BENINCASA, 1988; TAIZ; ZEIGER 2004; MADALOSSO, 2007).

O controle químico também é prejudicado pelo adensamento precoce das plantas, em outras palavras, cobertura e penetração das gotas de fungicidas é obstruída por uma barreira física promovida pelas folhas superiores, causando deficiência na ação dos ingredientes ativos, pois os mesmos não conseguem chegar no alvo em quantidade e qualidade adequadas (NAVARINI, 2008).

Estudos realizados por Madalosso et al. (2010) no estado do Rio Grande do Sul e Soares; Lonien (2007) no Paraná, demonstram que a utilização de espaçamento de 60 cm proporciona menor desfolha das plantas, além de valores

menores de doença acumulada e maior produtividade final, quando comparado a ensaios com espaçamento convencional. Porém por se tratar de regiões com clima subtropical, que possui como característica temperaturas mais amenas, se faz necessário estudos mais aprofundados sobre a influência que a mudança de espaçamento promoveria sobre a soja em uma região tropical, como o norte do Mato Grosso que apresentam temperaturas mais elevadas que a região sul do Brasil.

3.2. Estresse hídrico

A água é primordial a vida da planta. Fundamental em inúmeros processos celulares é considerada o recurso mais abundante requerido pelos vegetais, por outro lado, é um dos fatores mais limitante da produção agrícola (TAIZ et al., 2017).

São visíveis as diferenças na vegetação diante das flutuações hídricas ao longo do tempo ou até mesmo de horas que impedem a expressão do ótimo desempenho vegetal. O desbalanço hídrico pode ser desencadeado por inúmeros critérios não atendidos relacionados ao ambiente, físicos e fisiológicos, além disso, as plantas constantemente estão sujeitas a absorver, controlar perdas e transportar água de forma exaustiva, tomando decisões na luta contra a falta de água até que o gradiente hídrico possa ser reestabelecido em tempo que a cultura resista (TAIZ et al., 2017).

Diversos estudos buscam caracterizar a influência hídrica e como a planta lida com isso, pois esse complexo pode desencadear uma série de fatores secundários ou dependentes que são desconhecidos ou pouco estudados principalmente do ponto de vista genômico, proteômicos e fenômico (TAIZ et al., 2017).

O reduzido volume e massa de grãos estão entre os fatores agrônômicos clássicos facilmente visíveis da falta de água e resultam nos níveis de produtividade, conforme confirmam os estudos de Stolf; Nepomuceno (2009). Martins et al. (2022) que observaram, diferentes estaturas em plantas de soja submetidas ao estresse hídrico como também o aumento de peroxidases (POD), enzima responsável pelo escurecimento de frutos, mudança de sabor e de maior interesse para alimentos processados.

Estudos de Molinari et al. (2021) constataram em déficit hídrico, a diminuição nos parâmetros de trocas gasosas e rendimento da cultura além da síntese hormonal, a ocorrência da instabilidade da parede celular também foi atingida e principalmente redução nos níveis de glicolína, uma fitoalexina encontrada na soja responsiva pela inibição enzimática de ataques fúngicos, granulação citoplasmática e desorganização celular (CAVALCANTI et al., 2005; GOUVEA et al., 2011 apud FEROLDI et al., 2019).

A causa da abertura de vagens ainda não foi descoberta, alguns estudos apontam que a deficiência hídrica está relacionada com maior número de vagens abertas, principalmente em genótipos mais susceptíveis. Moura et al. (2023), constataram abertura de vagens em diferentes potenciais hídricos (kPa), entre os estádios relacionados ao desenvolvimento e enchimento de grãos (R3-R6). De maneira interessante, a abertura da vagem se deu pelo estilhaçamento causado pelo elevado volume do grão, que provavelmente foi maior que a força de fechamento exercido pelas vagens imaturas. Apesar disso o próprio estudo aponta

existir fatores edáficos e climáticos que possam favorecer esse processo.

Não estudo visando a relação fonte-dreno sob deficiência hídrica em cultivares de soja de ciclo indeterminado de Silva et al. (2018), corroboram com os resultados de Moura et al. (2023), sobre a abertura de vagens, visto que produtividade foi menos afetada pelo déficit hídrico na fase de floração do que durante o enchimento de grãos devido às sementes encontradas serem maiores, o estudo também aponta existir um estímulo, quando em déficit hídrico, para armazenamento de carboidratos em folha e caules, limitando o início da maturação das sementes.

Com estes estudos é possível intuir que a planta é menos susceptível a ocorrência da abertura de vagem quando o estresse hídrico ocorre na fase floração do que na fase de enchimento de grãos. Melhores rendimentos agrônômicos são observados quando o estresse hídrico moderado ocorre na fase que antecede a floração (NUNES et al., 2016).

Não é apenas o estresse hídrico pela falta de água que representa risco para as culturas, como o excesso, até mesmo porque a alta pluviosidade durante o período de colheita é um ambiente característico das principais regiões produtoras, onde são fortes os relatos de anomalias na soja (Tabela 3).

Tabela 3. Precipitação mensal acumulada entre dezembro e fevereiro (período de safra e de colheita da soja) na região Norte de Mato Grosso.

Safra	Precipitação acumulada (mm)		
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
2019/20	474,2	438,9	507,7
2020/21	645,1	236,5	647,0
2021/22	454,1	291,9	457,9
2022/23	486,4	424,0	502,2

Fonte: Embrapa Agrossilvipastoril.

Em período chuvoso foi observado em amostras provenientes de área sobre alta pluviosidade maior quantidade de sementes infectadas por *Fusarium* spp. (80-90%), *Phomopsis* spp. (39-45%), *Cercospora* spp. (22-30%), *Colletotrichum* spp. (5-10 %), *Rhizoctonia* spp. (< 2%) e *Penicillium* spp. (CORTINA et al., 2013). Muitos destes fitopatógenos atuam como oportunistas no final do ciclo da cultura e podem por mínimas fissuras invadir facilmente o interior das vagens e atingir as sementes.

Além disto, excesso de água em nível de encharcamento é responsável, por interferir na taxa fotossintética líquida e trocas gasosas, além do bloqueio de transporte de carboidratos, com aumento de malondialdeído (MDA), um marcador indicando estresse oxidativo (LAPAZ et al., 2020).

Os vegetais são desafiados diariamente pela atmosfera, de um lado rica por dióxido de carbono. Por outro, a atmosfera é bastante seca, favorecendo a evaporação, agravado pelo diferencial do gradiente de absorção. Para impedir o processo de desidratação e evitar o estresse hídrico a água deve ser absorvida pelas raízes e atravessar várias partes do tecido da planta, sendo que 97% do total de água absorvida pelas raízes é perdido por transpiração, apenas 2% são retidos para suprir reações bioquímicas como fotossíntese e 1% em processos biológicos, deste modo não restam dúvidas da extrema importância da água para o reino vegetal (TAIZ et al., 2021).

3.3. *Phomopsis*/*Diaporthe* (apodrecimento dos grãos)

As doenças causadas pelo complexo *Phomopsis*/*Diaporthe* em sementes de soja, resultam em perda de qualidade das mesmas. Embora todos os agentes do complexo sejam transmitidos via sementes de soja, o principal agente causal da podridão das sementes é *Phomopsis longicolla* T. W. Hobbs. Espécies do gênero *Phomopsis*/*Diaporthe* são endêmicos da soja e de outras espécies de plantas (SINCLAIR, 1993).

Os sintomas característicos da podridão de sementes são a murcha e alongamento das sementes de soja, rachaduras no tegumento, juntamente com o crescimento de micélios esbranquiçados. A infecção das sementes por *P. longicolla* pode ou não expressar os sintomas descritos anteriormente, além disso as sementes infectadas tendem a apresentar dificuldades para germinar. Em ambiente favorável ao desenvolvimento dos patógenos, as sementes com infecções sintomáticas ou assintomáticas podem induzir ao tombamento de pré-emergência ou pós-emergência das plântulas. Esse fungo pode se tornar sistêmico na planta, porém não é capaz de induzir sintomas em mudas de sementes infectadas (GLEASON; FERRISS, 1985; SINCLAIR, 1993; KULIK; SINCLAIR 1999).

Os conídios produzidos por *P. longicolla* são disseminados pela água, esses esporos são depositados em plântulas, germinam, infectam e colonizam o tecido vegetal, sem induzir sintomas. Os sintomas só aparecerão na região da infecção e em plantas estressadas ou em senescência. A infecção raramente ocorre de maneira sistêmica no sistema vascular (SINCLAIR, 1993).

Apenas infecções inicializadas nas vagens podem resultar em apodrecimento das sementes. A infecção ocorre inicialmente no tegumento das sementes, progredindo para os cotilédones e embrião. A maioria das infecções ocorrem durante o estágio de maturação das vagens (R7). A propagação e infecção do fungo na semente, é beneficiada com períodos prolongados de umidade e temperatura acima de 20°C, durante o desenvolvimento e maturação das vagens, logo safras com alta pluviosidade tendem a serem mais propícias ao desenvolvimento da doença (TEKRONY et al., 1983; RUPE; FERRISS, 1986; BALDUCCHI; MCGEE, 1987; RUPE, 1990;).

Observando essas características, nota-se diferença entre o início dos sintomas do apodrecimento de grãos e da anomalia, visto que os sintomas de anomalia são observados a partir do estágio R5.1 a R5.5, onde os grãos são perceptíveis ao tato. Outra característica da anomalia, está relacionado a influência da baixa pluviosidade sobre a enfermidade, ou seja, a maior incidência da doença relatada na literatura, ocorreu em safras com baixa pluviosidade, mais especificamente na safra 2021/22, a qual apresentou o menor valor de precipitação acumulada nos meses de janeiro e fevereiro em relação as outras safras (Tabela 3) (EMBRAPA, 2022).

Sementes infectadas por *P. longicolla* estão localizadas inicialmente, em vagens distribuídas na parte inferior do dossel das plantas, e com a progressão da doença, as vagens infectadas ocorrem em toda a planta. As plantas debilitadas pela falta de potássio, ou pelo ataque de insetos ou vírus, se tornam mais suscetíveis a infecção da *P. longicolla* (SINCLAIR, 1993).

As vagens com sintomas de anomalia não apresentam distribuição organizada, ou seja, diferentemente do apodrecimento de vagens e sementes, as vagens com

sintomas de anomalia são distribuídas aleatoriamente pelo dossel das plantas (Figura 3).



Figura 3. Distribuição de vagens e sementes com sintomas de anomalia no dossel da planta.

Figure 3. Distribution of pods and seeds with anomaly symptoms in the plant canopy.

3.4. Quantidade de lignina

Mais de 14% dos artigos estudados relacionavam a quantidade de lignina com problemas estruturais das vagens e sementes. Bellaloui et al. (2012) estudando a relação entre o teor de compostos fenólicos (fenol, lignina e isoflavonas) em cultivares de soja e sua resposta de resistência à podridão das vagens por *Phomopsis*, observaram que esses compostos ocorreram em maiores concentrações nas cultivares classificadas como moderadamente resistentes e resistentes a essa doença do que em cultivares suscetíveis indicando possível associação desses compostos fenólicos com o mecanismo de defesa dessa doença. Sementes de soja impermeáveis à água apresentaram maior porcentagem de lignina do tegumento do que as permeáveis, o que pode ser uma característica responsável pela maior qualidade apresentada pela semente impermeável (KRZYŻANOWSKI et al., 2023).

Outro fator que pode interferir na deterioração de sementes são as características sob controle genético, como a deiscência, que se refere a abertura dos legumes ao alcançar a maturidade fisiológica (DOS SANTOS; CECATTO, 2018). Sendo assim, diferentes cultivares de soja apresentam teores de lignina diferentes. O que justifica algumas cultivares estarem sendo mais acometidas pela podridão de vagens, como visto na safra 2022/2023 na região médio-norte do MT.

3.5. Época de semeadura

É de conhecimento geral que plantas de soja com semeadura tardia podem sofrer períodos de chuvas irregulares, o que pode afetar o desenvolvimento das plantas. Dos Santos; Ceccatto (2018) verificaram que semeaduras tardias causam menos abertura prematura de vagens, sendo

esta influenciada pela distribuição da precipitação, que foi menor na formação das vagens e maior no enchimento, favorecendo a abertura das vagens no estádio R6.

Segundo pesquisadores da Fundação MT, na estação em Sorriso e nas lavouras comerciais, os sintomas, típicos da anomalia da soja, na safra 2022/2023 surgiram no estádio R6 enquanto na safra 2021/2022 esses sintomas surgiram no estádio R5 e R5.4. Essa diferença pode ser relacionada as condições climáticas do ciclo atual, com os estádios fenológicos durando mais tempo e assim os sintomas sendo observados mais tarde (CANAL RURAL, 2023).

Mattos et al. (2020), ao avaliarem a influência da época de semeadura sobre o potencial produtivo e características agrônomicas da soja, obtiveram resultados que demonstraram aumento de vagens contaminadas em semeaduras tardias. No entanto, semeaduras muito antecipadas podem ocorrer sob condições de temperaturas e umidade baixas, não satisfatórias, levando a um período de emergência mais longo e expondo a semente e a plântula à ação de fitopatógenos presentes no solo. Na safra 2022/2023 de Mato Grosso houve aumento na ocorrência de doenças de forma em geral, possivelmente devido ao tempo de semeadura mais curto e o mês de novembro mais seco que o normal (FUNDAÇÃO MT, 2023).

Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de descobrir as possíveis causas do problema em questão. Ensaíos conduzidos pela Fundação MT (2023) ao longo das três últimas safras indicam que há diferenças no momento de aparecimento dos sintomas e na evolução da severidade, em diferentes épocas de semeadura da soja, tanto para o quebraamento da haste, como apodrecimento de vagens e grãos. Isso porque, entende-se que a condição ambiental é um fator que têm influência direta na ocorrência do problema.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados de algumas pesquisas mostram existir relação entre o momento da indisponibilidade hídrica em estágios sensíveis a planta e o surgimento de abertura de vagens em cultivares que demonstraram maior sensibilidade. Entretanto, todos os estudos consideram existir variações de controle local, dependência de mais testes e avaliações que acabam limitando uma conclusão definitiva, muitas vezes por apresentar resultados distintos, que colocam em dúvida esta correlação. Dessa forma o estresse hídrico por si só ainda não pode ser caracterizado como causador da anomalia.

A quantidade de lignina na cultivar pode estar agravando a severidade da anomalia, não existem relações conclusivas que a liguem como causa da doença. Mas o fortalecimento do tegumento da semente pode favorecer resistência física e mecânica para tal problema. Portanto utilizar cultivares com teores maiores de lignina é alternativa que pode contribuir com redução da severidade da anomalia.

Segundo a literatura, a utilização de espaçamento maior nas entrelinhas, proporciona redução na severidade de doenças e estudos futuros devem avaliar o efeito do espaçamento na severidade da anomalia.

A compreensão da janela de semeadura em função do histórico das áreas e das condições climáticas e alguns outros pontos mostraram ter influência sobre a severidade dos sintomas de anomalia e, são considerados como fatores importantes para o entendimento do problema que estamos

enfrentando. Porém, é de extrema importância que mais pesquisas sejam desenvolvidas para que a(s) possível(is) causa(s) e soluções sejam encontradas.

6. REFERÊNCIAS

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BALARDIN, R. S. **Doenças da soja**. Santa Maria: Ed. do Autor, 2002. 100p.
- BALDUCCHI, A. J.; MCGEE, D. C. Fatores ambientais que influenciam infecção de sementes de soja por espécies de *Phomopsis* e *Diaporthe* durante a maturação da semente. **Plant Disease**, v. 71, p. 209-212, 1987.
- BELLALOU, N.; MENGISTU, A.; ZOBIOLE, L. H. S. *Phomopsis* seed infection effects on soybean seed phenol, lignin and isoflavones in maturity group V genotypes differing in *Phomopsis* resistance. **Journal of Crop Improvement**, v. 26, n. 5, p. 693-710, 2012. <https://doi.org/10.1080/15427528.2012.671236>
- BLAD, B. L.; STEADMAN, J. R.; WEISS, A. Canopy structure and irrigation influence white mold disease and microclimate of dry edible beans. **Phytopathology**, v. 68, n. 10, p. 1431-1437, 1978. <https://doi.org/10.1094/Phyto-68-1431>.
- BONALDO, S. M.; PEREIRA, K. G. S. **Tombamento e apodrecimento de vagens de soja**. In: ECR Soja MT 2021/2022. [S.l.: s.n.], 2022. p. 32-35. Disponível em: <https://fundacaoprosementes.com.br/wp-content/themes/alpina-theme/assets/arq/ECR_Soja_MT_2022.pdf>. Acesso em: 23 maio 2024.
- CANAL RURAL. **Anomalia da soja: pesquisa revela novas informações**. In: CANAL RURAL. 2023. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/projeto-soja-brasil/anomalia-da-soja-pesquisa-revela-novas-informacoes/>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- COLETTI, C.; CALIARI, L.; FERREIRA, A. P. A. L.; MENEZES, D. C. de. O agronegócio e os fatores determinantes na tomada de decisão de produzir soja. **Iheringia, Série Botânica**, v. 77, e2022005, 2022. <https://doi.org/10.21826/2446-82312022v77e2022005>
- CORTINA, J. V.; TEÓDORO, G. de F.; WALKER, D. R. Identificação de fungos em sementes de soja doentes colhidas durante período de alta pluviosidade em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Biociências**, v. 2, p. 386-391, 2013.
- COSTA, J. A.; PIRES, J.; RAMBO, L.; THOMAS, A. Redução no espaçamento entrelinhas e potencial de rendimento da soja. **Revista Plantio Direto**, v. 68, n. 2, p. 22-28, 2002.
- DOS SANTOS, E. L.; CECCATTO, S. E. K. Abertura prematura de vagens e rendimento de grãos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 4, p. 11-23, 2018.
- EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL. Estação meteorológica. **Dados meteorológicos mensais - estação Embrapa Agrossilvipastoril.xlsx**. Sinop, 2019. 1 Planilha eletrônica. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/2455052/Dados+meteorol%C3%B3gicos+mensais/fa06cdc7-d4d5-67f0-9f98-986013ce403c>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- EMBRAPA. **Nova anomalia na cultura da soja: podridão das vagens em sistemas de produção**. Sinop, 2019.

- em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/221024/nova-anomalia-na-cultura-da-soja-podridao-das-vagens-em-sistemas-de-producao>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- FEROLDI, L. T.; LUBIAN, C.; MARTINHA, D. D.; PORTZ, R. L.; MISSIO, V. C. Indução de fitoalexinas em cotilédones de soja por filtrados de espécies de *Hohenbuehelia*. In: CONGRESSO DE SOJA DO MERCOSUL (CONSOJA), 1., Santa Maria/RS **Anais...** Santa Maria/RS: Even3, 2018. 4p. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/maissoja/117833-inducao-de-fitoalexinas-em-cotiledones-de-soja-por-filtrados-de-especies-de-hohenbuehelia/>
- FUNDAÇÃO MT. **Podridão de grãos e vagens e quebraimento de hastes**. FUNDAÇÃO MT, 2023. Disponível em: <https://www.fundacaomt.com.br/noticias/podridao-de-graos-e-vagens-e-quebraimento-de-hastes-2cff>. Acesso em: 4 jun. 2023.
- FUNDAÇÃO MT. **Produtor enfrentou mais doenças na soja na safra 2022/23**. FUNDAÇÃO MT, 2023. Disponível em: <https://www.fundacaomt.com.br/noticias/produtor-enfrentou-mais-doencas-na-soja-na-safra-202223>. Acesso em: 4 jun. 2023.
- GLEASON, M. L.; FERRISS, R. S. Influência do potencial hídrico do solo em desempenho de sementes de soja infectadas por *Phomopsis* sp. **Fitopatologia**, v. 75, p. 1236-1241, 1985.
- ITO, M. F. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, v. 3, n. 3, p. 83-101, 2013.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, F. A. Importance of the lignin content in the pod wall and seed coat on soybean seed physiological and health performances. **Journal of Seed Science**, v. 45, e202345006, 2023. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v45268562>
- KULIK, M. M.; SINCLAIR, J. B. *Phomopsis* Seed Decay. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Eds.). **Compêndio de Doenças da Soja**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1999. p.31-32.
- LAPAZ, A. M.; CAMARGOS, L. S. de; YOSHIDA, C. H. P.; FIRMINO, A. C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; AGUILAR, J. V.; NICOLAI, A. B.; PAIVA, W. da S. de; CRUZ, V. H.; TOMAZ, R. S. Response of soybean to soil waterlogging associated with iron excess in the reproductive stage. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 26, p. 1635-1648, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12298-020-00845-8>
- MADALOSSO, M. G.; DOMINGUES, L. S.; DEBORTOLI, M. P.; LENZ, G.; BALARDIN, R. S. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow em soja. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, p. 2256-2261, 2010.
- MADALOSSO, M. G. **Espaçamento entrelinhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**. 90f. Dissertação [Mestrado em Engenharia Agrícola] – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- MATTOS, T. P.; HAMAWAKI, O. T.; NOGUEIRA, A. P. O.; LUIZ, M. C. P.; TEIXERA, F. G.; SHIGIHARA, D.; HAMAWAKI, R. L.; HAMAWAKI, C. D. L. Effect of sowing season on soybean performance. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 5, p. 1607-1618, 2020. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n5a2020-42446>
- MOLINARI, M. D. FUGANTI-PAGLIARINI, R.; MARCOLINO-GOMES, J.; BARBOSA, D. A.; MARIN, S. R. R.; MERTZ-HENNING, L. M.; NEPOMUCENO, A. L.; RECH FILHO, E. L. Flower and pod genes involved in soybean sensitivity to drought. **Journal of Plant Interactions**, v. 16, n. 1, p. 187-200, 2021. <https://doi.org/10.1080/17429145.2021.1921293>
- MORAES, S. R. G.; SILVA, J. B.; BONALDO, S. M.; SOUZA, W. D. *Colletotrichum* spp.: sensibilidade à fungicidas e reação à cultivares de soja. **Nativa**, v. 9, n. 3, p. 273-280, 2021. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i3.10432>
- MARTINS, J. T. S. Respostas fisiológicas e bioquímicas da soja à seca representadas pela fração de água transpirável do solo. **Semina. Ciências Agrárias**. v. 43, n. 6, p. 2449-2470. 2022. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n6p2449>
- MOURA, L. O.; SILVA, M. F.; CUNHA, F. F.; PICOLI, E. A. T.; SILVA, F. C. S.; SILVA, F. L. Water deficit as a trigger to immature soybean pod opening. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 3, n. 3, p. 90-401, 2023. <https://doi.org/10.1111/jac.12634>
- NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 74f. Dissertação [Mestrado em Agronomia] – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- NUNES, A. C. BEZERRA, F. M. L.; SILVA, R. A. e; SILVA JÚNIOR, J. L. C.; GONÇALVES, F. B.; SANTOS, G. A. Agronomic aspects of soybean plants subjected to deficit irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 7, p. 654-659, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n7p654-659>
- PEDRO JÚNIOR, M. J. Aspectos microclimáticos e epidemiologia. In: Curso Prático Internacional de Agrometeorologia para Otimização da Irrigação, 3., 1989. Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 1989. 13p.
- PROCÓPIO, S. O.; SANTIAGO, A. D.; CASTRO, C.; BUENO, A. F.; SOARES, R. M. **Circuito Técnico: Recomendações técnicas para a produção de soja na região agrícola do Sealba**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230382/1/Circular-Tecnica-94-versao-4.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2023.
- REIS, E. M. **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 178p.
- RUPE, J. C.; FERRISS, R. S. Effects of pod moisture on soybean seed infection by *Phomopsis* sp. **Phytopathology**, v. 76, p. 273-277, 1986.
- RUPE, J. C. Effects of temperature on the infection rate of soybean seedlings by *Phomopsis longicolla*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 12, p. 43-47, 1990.
- SILVA, A. J.; MAGALHÃES FILHO, J. R.; SALES, C. R. G.; PIRES, R. C. M.; MACHADO, E. C. Source-sink relationships in two soybean cultivars with indeterminate growth under water deficit. **Bragantia**, v. 77, n. 1, p. 23-35, 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2017010>
- SINCLAIR, J. B. *Phomopsis* seed decay of soybeans - A prototype for studying seed disease. **Plant Disease**, v. 77, p. 329-334, 1993. <https://doi.org/10.1094/PD-77-0329>

- SOARES, R. M.; LONIEN, G. Efeito do espaçamento entrelinhas no desenvolvimento e controle da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, supl., p. S256-S256, 2007.
- SUTTON, J. C.; GILLESPIE, T. J.; HILDEBRAND, P. D. Monitoring weather factors in relation to plant disease. **Plant Disease**, v. 68, n. 1, p. 78-84, 1984.
- STOLF, R.; NEPOMUCENO, A. L.; Morpho-anatomical and micromorphometrical evaluations in soybean genotypes during water stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 6, p. 1321-1331, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000600002>
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. A.; MURPHY, A. **Fundamentos de fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2021. 558p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; STUCKEY, R. E.; BALLE, J. Relationship between climate and infection of soybean seeds by *Phomopsis* sp. **The American Phytopathological Society**, v.73, p.914-918, 1983. DOI: 10.1094/Fito-73-914.
- USDA. **World agricultural production**. 2019. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Contribuição dos autores: 1) C.G.T.S. – metodologia, investigação ou coleta de dados, redação (original), redação (revisão e edição); A.G.A.V. - metodologia, investigação ou coleta de dados, redação (original); D.S.A. - metodologia, investigação ou coleta de dados, redação (original); M.C.F. - metodologia, investigação ou coleta de dados, redação (original); S.M.B. – conceitualização, metodologia, investigação ou coleta de dados, administração ou supervisão, redação (original), redação (revisão e edição).

Financiamento: Não aplicável.

Revisão por comitê institucional: Não aplicável.

Comitê de Ética: Não aplicável.

Disponibilidade de dados: Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.