



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ - PI
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

HIDELBERTO CÂNDIDO QUEIROZ DE SÁ

**RASGO NO TEGUMENTO DE SEMENTES DE SOJA: IMPLICAÇÕES
FISIOLÓGICAS E COMERCIAIS**

URUÇUÍ - PI
2025

HIDELBERTO CÂNDIDO QUEIROZ DE SÁ

RASGO NO TEGUMENTO DE SEMENTES DE SOJA: IMPLICAÇÕES
FISIOLÓGICAS E COMERCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Uruçuí - PI.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Magno Pereira da
Silva

URUÇUÍ - PI

2025

RASGO NO TEGUMENTO DE SEMENTES DE SOJA: IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS E COMERCIAIS

Hidelberto Cândido Queiroz de Sá¹
Eduardo Magno Pereira da Silva²

RESUMO

A integridade do tegumento da semente de soja é um fator determinante para a manutenção da sua qualidade fisiológica, influenciando diretamente atributos como germinação, vigor e viabilidade. Dentre os principais danos que afetam essa estrutura, o rasgo tegumentar destaca-se por suas múltiplas causas e pelos impactos agrônômicos e comerciais que acarreta. Este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica sistematizada, os efeitos do rasgo no tegumento sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja, identificando seus fatores causadores, consequências práticas e possíveis medidas de mitigação. A metodologia consistiu na análise crítica de publicações técnicas e científicas recentes, priorizando fontes consolidadas na área de tecnologia de sementes. A literatura consultada evidencia que o rasgo no tegumento pode ser provocado por fatores genéticos, como a suscetibilidade de determinadas cultivares; ambientais, como oscilações na umidade durante a maturação e colheita; e operacionais, relacionados à colheita mecanizada, secagem e beneficiamento. O dano compromete a embebição uniforme, expõe o embrião a microrganismos e acelera a deterioração, afetando o desempenho da semente no armazenamento e no campo. Comercialmente, a presença de rasgos reduz a aceitação de lotes, impõe restrições ao transporte e eleva os custos de produção. Portanto, investir em linhagens mais resistentes e escolher cultivares adaptadas às condições locais, aliado a práticas de manejo adequadas, ajuda a preservar a integridade do tegumento e a qualidade das sementes. A regulação correta das colhedoras reduz danos mecânicos, e a adoção de estratégias integradas, envolvendo genética, manejo, tecnologia e controle de qualidade. Assim, a preservação do rasgo tegumentar é determinante para manter a qualidade das sementes e a sustentabilidade da cadeia produtiva da soja, de modo que o monitoramento físico e fisiológico contínuo, se torna indispensável para assegurar elevado desempenho das sementes.

Palavras-chave: *Glycine max*, dano físico, vigor da semente, armazenamento, colheita.

ABSTRACT

The integrity of the soybean seed coat is a key factor in maintaining its physiological quality, directly affecting attributes such as germination, vigor, and viability. Among the main types of damage to this structure, seed coat tearing stands out due to its multiple

¹ Graduando em Bacharelado em Engenharia Agrônômica. Instituto Federal Educação Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI Campus Uruçuí. E-mail: hidelbertoqueiroz@gmail.com

² Docente, Dr. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, Campus Uruçuí. E-mail: eduardo.silva@ifpi.edu.br

causes and its agronomic and commercial impacts. This study aimed to analyze, through a systematized literature review, the effects of seed coat tearing on the physiological quality of soybean seeds, identifying its causes, practical consequences, and possible mitigation strategies. The methodology consisted of a critical analysis of recent technical and scientific publications, prioritizing well-established sources in the seed technology field. The reviewed literature shows that seed coat tearing can result from genetic factors, such as the susceptibility of specific cultivars; environmental conditions, such as humidity fluctuations during maturation and harvest; and operational practices, particularly related to mechanical harvesting, drying, and processing. This damage disrupts uniform water absorption, increases embryo exposure to pathogens, and accelerates deterioration, negatively affecting seed storage and field performance. From a commercial standpoint, the presence of seed coat damage reduces lot acceptance, creates logistical restrictions, and increases production costs. Therefore, investing in more resistant lines and choosing cultivars adapted to local conditions, along with proper management practices, helps preserve the integrity of the seed coat and seed quality. Proper adjustment of integrated strategies involving genetics, management, technology, and quality control. Thus, preserving the seed coat is crucial for maintaining seed quality and the sustainability of the soybean production chain, making continuous physical and physiological monitoring indispensable to ensure high seed performance.

Keywords: *Glycine max*, physical damage, seed vigor, storage, harvest.

Data de aprovação: 01/12/2025 (data de apresentação do TCC)

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de extrema relevância para o agronegócio global e, especialmente, para o Brasil, que figura entre os maiores produtores e exportadores mundiais. Além de gerar divisas, empregos e insumos para as indústrias alimentícia, de ração e de biocombustíveis, o país mantém produção superior a 150 milhões de toneladas, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024). Esse desempenho, que faz da soja a principal cultura agrícola em área cultivada e valor bruto de produção, está diretamente associado à adoção de tecnologias modernas, incluindo o uso de sementes com elevado potencial genético e fisiológico (EMBRAPA, 2023).

As sementes representam o principal insumo da agricultura, sendo o ponto de partida de todo o processo produtivo. A utilização de sementes de alta qualidade é determinante para a formação de lavouras uniformes, com bom estande de plantas, desenvolvimento inicial vigoroso e maior resistência a adversidades bióticas e abióticas. Nesse contexto, a qualidade fisiológica, entendida como a soma de atributos relacionados à viabilidade, vigor, capacidade de emergência e longevidade da semente, torna-se um fator crítico para o sucesso da lavoura (Marcos Filho, 2015).

Entre os componentes morfológicos da semente de soja, destaca-se o tegumento, estrutura que envolve e protege o embrião e o tecido de reserva. O tegumento exerce funções fisiológicas fundamentais, como controle da absorção de água, proteção contra patógenos e regulação das trocas gasosas. Qualquer dano nessa estrutura pode comprometer a integridade da semente, reduzindo sua viabilidade e afetando seu desempenho em campo (França-Neto; Krzyzanowski; Henning, 2019).

O rasgo no tegumento é reconhecido como um dos principais fatores responsáveis pela redução da qualidade fisiológica das sementes de soja. Esse dano pode resultar de múltiplas causas, como a variabilidade genética das cultivares, as condições ambientais durante a maturação e práticas inadequadas de colheita, secagem e beneficiamento (Galvão et al., 2024). Mesmo quando não perceptível externamente, o rasgo pode originar fissuras internas que comprometem a absorção de água, elevam a suscetibilidade a fungos e aceleram a deterioração das sementes (França-Neto; Krzyzanowski; Henning, 2023).

Apesar da importância do tema, ainda são escassos os estudos sistematizados que abordem de forma integrada as causas, os impactos fisiológicos e as consequências comerciais do rasgo tegumentar. Considerando que o mercado de

sementes é regido por padrões de qualidade cada vez mais exigentes, compreender os mecanismos que levam ao comprometimento da integridade do tegumento torna-se essencial para a indústria sementeira, os agricultores e os órgãos reguladores.

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de garantir sementes de alta performance fisiológica em todas as etapas da cadeia produtiva. A ocorrência de danos tegumentares, quando não identificada e controlada, pode comprometer a eficiência operacional das lavouras, reduzir a produtividade e ocasionar perdas econômicas consideráveis. Além disso, o entendimento do fenômeno pode contribuir para o aprimoramento das práticas de manejo na produção de sementes, bem como para o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes a esse tipo de dano.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar como o rasgo no tegumento impacta a qualidade fisiológica da semente de soja. Especificamente, busca-se: identificar os fatores causadores do rasgo; avaliar sua influência sobre a germinação, o vigor e a viabilidade; verificar os impactos comerciais e de armazenamento decorrentes; e propor recomendações técnicas para minimizar o problema.

2 METODOLOGIA

Este trabalho constitui uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica sistematizada. O estudo teve como propósito reunir, organizar e analisar informações científicas e técnicas disponíveis sobre o rasgo no tegumento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e suas implicações fisiológicas e comerciais. A revisão bibliográfica é um método de investigação que permite identificar, selecionar e interpretar criticamente publicações relevantes acerca de um tema, sendo adequada para estudos que não envolvem experimentação direta, mas buscam compreender fenômenos a partir de evidências teóricas e resultados previamente obtidos (Gil, 2019).

A coleta de informações foi realizada em fontes científicas e institucionais reconhecidas, priorizando publicações atualizadas dos últimos dez anos, sem excluir obras clássicas de referência na área de tecnologia de sementes. As principais bases consultadas foram Google Acadêmico, SciELO, Biblioteca Digital da Embrapa, Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES) e documentos técnicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram selecionadas obras que abordam a qualidade fisiológica, o vigor, a germinação, o armazenamento e

o impacto comercial de sementes de soja, bem como aquelas que analisam fatores genéticos, ambientais e operacionais relacionados ao rasgo tegumentar.

A seleção das fontes seguiu critérios de confiabilidade, atualidade e relevância. O conteúdo obtido foi submetido à leitura crítica e categorização temática, permitindo agrupar as informações conforme quatro eixos centrais: fatores que contribuem para o rasgo no tegumento; impactos fisiológicos sobre germinação, vigor e viabilidade; implicações comerciais e de armazenamento; e medidas de mitigação do problema.

A análise das informações ocorreu de forma descritiva e comparativa, confrontando resultados de diferentes autores para identificar tendências, divergências e lacunas científicas sobre o tema. Esse procedimento possibilitou a construção de uma síntese interpretativa fundamentada em evidências consistentes, com o intuito de subsidiar práticas técnicas voltadas à prevenção do rasgo tegumentar e à preservação da qualidade das sementes.

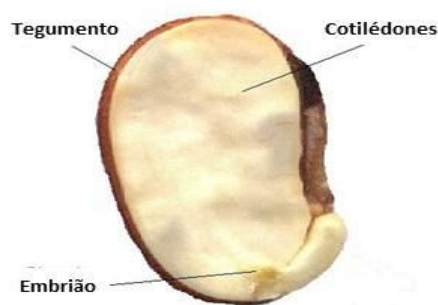
Reconhece-se, contudo, que a ausência de experimentação prática representa uma limitação inerente ao método adotado, restringindo a análise a dados secundários. Ainda assim, o estudo contribui para a sistematização do conhecimento sobre o tema e fornece subsídios teóricos e práticos para a tomada de decisões no setor de sementes, além de apontar direções para futuras pesquisas experimentais voltadas à melhoria da qualidade fisiológica e comercial das sementes de soja.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Características da semente de soja

A semente de soja é composta por três estruturas principais: embrião, cotilédones e tegumento. Os cotilédones armazenam nutrientes essenciais à germinação, enquanto o embrião contém os tecidos que originarão a nova planta. O tegumento, por sua vez, constitui a camada externa de proteção e exerce funções fundamentais relacionadas à integridade física e fisiológica da semente (França-Neto; Krzyzanowski; Henning, 2019). A Figura 1 apresenta os principais componentes anatômicos da semente de soja.

Figura 1. Semente dicotiledônea: tegumento, cotilédones e embrião



Fonte: Autor desconhecido. bp.blogspot.com, 2025

O tegumento atua como barreira contra danos mecânicos e patógenos, além de regular a absorção de água e gases durante os estágios iniciais da germinação. Sementes com tegumento íntegro apresentam maior resistência ao manuseio na colheita e no beneficiamento, além de maior longevidade em armazenamento (Teixeira et al., 2021).

Variações na espessura, na textura e na coloração do tegumento entre cultivares podem determinar maior ou menor resistência a danos. Além disso, condições de maturação, colheita, secagem e armazenamento afetam diretamente sua funcionalidade. O rompimento dessa estrutura pode resultar em embebição desuniforme, aumento da suscetibilidade a microrganismos e aceleração da deterioração fisiológica (França-Neto et al., 2019).

Essas características explicam por que a avaliação da integridade tegumentar é um critério essencial nos programas de controle de qualidade de sementes, impactando diretamente sua classificação e aceitação comercial (Krzyzanowski; França-Neto; Gomes-Junior; Nakagawa, 2020).

3.2 O rasgo no tegumento da semente de soja

O tegumento da semente de soja, embora exerça função protetora essencial, é também uma das estruturas mais suscetíveis a danos físicos durante as etapas de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento. O rasgo no tegumento caracteriza-se por lesões visíveis ou microscópicas que comprometem a integridade da camada externa, afetando diretamente atributos fisiológicos como germinação, vigor e longevidade. As causas desse tipo de dano são múltiplas e envolvem fatores genéticos, ambientais e operacionais. Do ponto de vista genético, determinadas cultivares apresentam maior suscetibilidade em função da espessura e da elasticidade

do tegumento. Cultivares de tegumento mais claro e menos espesso, por exemplo, são mais propensas a rupturas quando submetidas a estresses mecânicos (França-Neto et al., 2019).

Entre os fatores ambientais, destacam-se variações bruscas de temperatura e umidade durante a maturação, além do teor de umidade inadequado no momento da colheita. Sementes colhidas com menos de 12% de umidade apresentam tegumentos mais frágeis e quebradiços, tornando-se altamente vulneráveis ao rasgo (Marcos Filho, 2015; Henning et al., 2022).

Do ponto de vista operacional, práticas inadequadas de colheita mecanizada e beneficiamento estão entre as principais causas do dano tegumentar. Regulagens incorretas de colhedoras, excesso de rotação dos cilindros, quedas de sementes de grandes alturas e impactos contra superfícies rígidas favorecem fissuras e rupturas. Processos de secagem artificial com temperaturas superiores a 40 °C também representam risco, pois geram estresse térmico e estrutural sobre o tegumento (Henning; França-Neto, 2019).

Ainda que nem sempre perceptíveis a olho nu, as microfissuras resultantes do rasgo tegumentar comprometem o desempenho fisiológico das sementes, elevando a vulnerabilidade a patógenos e acelerando processos de deterioração durante o armazenamento e a emergência em campo (França-Neto; Krzyzanowski; Henning, 2019; Deuner et al., 2011).

Esse tipo de dano pode ocorrer em diferentes posições da semente e assumir formas variadas, como ilustrado na Figura 2, que apresenta a localização típica do rasgo sobre o eixo embrionário, a visualização do dano pelo teste de tetrazólio e as diferenças entre sementes afetadas e sementes intactas (Machado, 2017).

A compreensão dessas microfissuras e dos mecanismos que levam à sua formação é fundamental para a adoção de medidas preventivas e corretivas ao longo da cadeia de produção.

Figura 2. Rasgo no tegumento da semente de soja. A. Posição do rasgo na semente, em cima do eixo embrionário. B. Semente colorida pelo sal de tetrazólio. C. Dano por umidade no eixo embrionário. D. Eixo embrionário sem danos.



Fonte: MACHADO, 2017

3.3 Impactos fisiológicos do rasgo no tegumento

O tegumento da semente de soja exerce papel crucial na regulação da absorção de água, na proteção contra agentes patogênicos e no prolongamento da viabilidade durante o armazenamento, porém, quando essa estrutura sofre rupturas, mesmo que pequenas, a semente passa a apresentar alterações significativas em processos fisiológicos essenciais, como embebição, germinação e vigor. Durante a germinação, a embebição, primeira fase metabólica, deve ocorrer de forma gradual para evitar danos às membranas celulares, mas, enquanto sementes com tegumento íntegro permitem uma entrada de água controlada e um reativamento ordenado do metabolismo, aquelas com rasgo no tegumento absorvem água de maneira rápida e desorganizada, o que pode causar ruptura de membranas, lixiviação de solutos e até a morte do embrião, caracterizando a embebição desuniforme (Marcos Filho, 2015; França-Neto et al., 2019).

A Figura 3 apresenta as fases metabólicas da germinação da soja, evidenciando a influência do tegumento na absorção de água e no desempenho fisiológico da semente.

Figura 3. Fases do metabolismo da germinação da semente de soja.



Fonte: MFRural, 2023.

Além disso, a integridade comprometida do tegumento favorece a entrada de microrganismos durante o armazenamento e a fase de emergência em campo, ampliando o risco de sementes infectadas ou plântulas anormais. Essa condição acelera o processo de deterioração fisiológica e reduz o vigor, comprometendo diretamente o estande inicial da lavoura. O vigor é um dos atributos mais relevantes na avaliação da qualidade fisiológica, pois expressa a capacidade da semente de emergir e se desenvolver mesmo em condições adversas. Sementes com rasgo tegumentar apresentam desempenho inferior em testes de vigor, como envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência em areia, evidenciando a perda de integridade das membranas e maior fragilidade frente a estresses ambientais (França-Neto et al., 2019).

No armazenamento, o dano tegumentar acelera a deterioração em função do aumento das trocas gasosas e hídricas, resultando em maior respiração, perda de massa seca e redução da longevidade. Consequentemente, a vida útil da semente é encurtada, aumentando o risco de descarte de lotes que não atingem os padrões mínimos de comercialização (Deuner et al., 2011).

Assim, o rasgo no tegumento não representa apenas um dano físico, mas sim um fator determinante na redução do potencial fisiológico das sementes, influenciando negativamente sua germinação, vigor e capacidade de armazenamento (França-Neto; Krzyzanowski; Henning, 2019).

De acordo com evidências experimentais, o dano tegumentar influencia de maneira significativa os principais atributos fisiológicos das sementes de soja. Barrionuevo (2023), ao avaliar três cultivares produzidas em diferentes ambientes, demonstrou que o rasgo no tegumento está diretamente associado à redução de germinação, vigor, viabilidade e desempenho em envelhecimento acelerado.

No estudo, verificou-se que a cultivar BMX Fibra apresentou os melhores resultados fisiológicos nos três ambientes avaliados, enquanto a BMX Cromo mostrou maior sensibilidade ao dano tegumentar. A BMX Lança exibiu desempenho intermediário, porém com forte influência do local de produção, com queda acentuada em Clevelândia – PR. Esses resultados reforçam que a severidade do rasgo varia entre cultivares e ambientes, afetando diretamente o comportamento fisiológico das sementes durante o armazenamento.

Esses resultados confirmam que o rasgo no tegumento pode reduzir significativamente o desempenho fisiológico das sementes, um comportamento já observado em outros estudos. A redução nos índices de vigor em sementes danificadas também foi relatada por França-Neto et al. (2019), que identificaram menor desempenho em testes que avaliam a integridade e a eficiência metabólica das sementes.

Além de afetar vigor e viabilidade, o rasgo no tegumento também amplia a vulnerabilidade da semente frente a patógenos. A exposição parcial ou total do embrião favorece a entrada de fungos, especialmente em condições de alta umidade ou durante o armazenamento prolongado. Ferreira et al. (2020) destacam que sementes danificadas se deterioram mais rapidamente, o que encurta seu tempo de viabilidade e eleva o risco de falhas na implantação da lavoura.

De modo geral, os danos ao tegumento da semente de soja não se limitam ao aspecto visual. Eles comprometem o equilíbrio fisiológico, reduzem a longevidade e dificultam o desempenho agrônômico. A detecção precoce desse tipo de dano deve ser uma prioridade nos programas de controle de qualidade, contribuindo para garantir o êxito na semeadura e preservar o valor comercial do lote.

3.4 Impactos comerciais e de armazenamento

A produção de sementes de soja no Brasil é regulamentada por normas e padrões de identidade e qualidade que buscam assegurar elevado desempenho fisiológico, físico e sanitário. Nesse contexto, o rasgo no tegumento configura-se como um dos principais entraves para a aprovação de lotes, uma vez que compromete atributos fundamentais como germinação e vigor, interferindo diretamente na aceitação comercial (MAPA, 2013; ABRATES, 2020).

Embora sementes com tegumento danificado possam apresentar germinação inicial satisfatória, sua longevidade e estabilidade em armazenamento são reduzidas,

o que implica desempenho inferior em campo, principalmente sob condições adversas. Estudos indicam que lotes com alta incidência de danos físicos, como rasgos, são frequentemente reprovados ou rebaixados nos testes de qualidade, acarretando perdas econômicas significativas para empresas sementeiras e produtores (França-Neto et al., 2019).

No armazenamento, a perda da integridade tegumentar intensifica a deterioração precoce. O rompimento da barreira natural aumenta a absorção de umidade e oxigênio, elevando a taxa respiratória e os processos oxidativos, além de favorecer a entrada de patógenos (Marcos Filho, 2015). Essa condição resulta em encurtamento do período de prateleira, tornando inviável a utilização de determinados lotes até a safra seguinte (Deuner et al., 2011).

Além disso, a integridade comprometida do tegumento aumenta a suscetibilidade à infestação por insetos e exige condições mais rigorosas de conservação, elevando os custos operacionais (Ferreira et al., 2020).

A integridade física das sementes é um critério obrigatório para a certificação e comercialização, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, Instrução Normativa nº 45/2013), e complementado por diretrizes da Embrapa e da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES, 2020). Entre os critérios normativos, destacam-se os limites mínimos de germinação, pureza física e presença de sementes danificadas, que são avaliados no momento da certificação e comercialização dos lotes. Conforme estabelecido pelas normas oficiais de produção e comercialização de sementes, os padrões mínimos exigidos para a soja incluem valores específicos de germinação, pureza física e limites para sementes danificadas.

A legislação brasileira, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, determina que a germinação mínima para sementes de soja comercializadas seja de 80%, enquanto os limites máximos de sementes danificadas e impurezas variam conforme a categoria do lote (BRASIL, 2005). Complementarmente, diretrizes técnicas da EMBRAPA reforçam que o atendimento a esses padrões é essencial para assegurar qualidade fisiológica, desempenho em campo e aceitação comercial (EMBRAPA, 2021).

Sementes com tegumento danificado apresentam menor aceitação comercial, mesmo quando a germinação inicial é satisfatória. Lotes com desempenho inferior comprometem a credibilidade das marcas no mercado, podendo gerar devoluções, quebra de contratos e perda de clientes (Costa et al., 2003; França-Neto et al., 2019).

Dessa forma, a manutenção da integridade física da semente não impacta apenas a eficiência agrônômica, mas também a imagem institucional e a sustentabilidade financeira das empresas do setor.

Diante dessas implicações fisiológicas, mercadológicas e logísticas, o controle do rasgo no tegumento é essencial em todas as etapas da cadeia produtiva. Investimentos em boas práticas de colheita, transporte, beneficiamento e armazenamento, assim como em tecnologias de triagem e diagnóstico de danos, são fundamentais para garantir que apenas sementes com alto padrão de qualidade cheguem ao produtor rural.

3.5 Medidas para redução do problema

A minimização do rasgo no tegumento das sementes de soja exige uma abordagem integrada, que considere desde a escolha da cultivar até o armazenamento final do lote. O rasgo tegumentar é resultado da interação entre fatores genéticos, ambientais e operacionais, e, embora seja uma característica física, pode afetar diretamente a qualidade fisiológica e comercial das sementes (Zorato, 2018; Lima et al., 2019).

3.5.1 Seleção genética de cultivares menos suscetíveis

A seleção genética de cultivares constitui uma das principais estratégias para reduzir a ocorrência do rasgo tegumentar. Diferentes materiais apresentam variações estruturais no tegumento, como maior espessura, maior aderência ao embrião e diferenças na composição celular, que conferem resistência superior ao dano durante a colheita, o beneficiamento e o armazenamento. Essas características, identificadas e selecionadas no processo de melhoramento genético, contribuem diretamente para o aumento da integridade física das sementes e para a redução do impacto do dano sobre a qualidade fisiológica (França-Neto et al., 2019).

Lima et al. (2019) compararam as cultivares M 8372 IPRO e N 58399 IPRO e observaram que a ocorrência de rasgo no tegumento variou de forma expressiva entre os materiais genéticos. A cultivar M 8372 IPRO apresentou média de 15% de sementes com rasgo, enquanto N 58399 IPRO registrou 7,7%, indicando maior susceptibilidade da primeira ao dano. Embora ambas tenham alcançado elevados índices de germinação, a maior frequência de rasgos na cultivar M 8372 IPRO coincidiu com desempenho inferior nos testes de vigor, especialmente emergência a

campo, envelhecimento acelerado e tetrazólio, reforçando a relação entre a integridade do tegumento e o potencial fisiológico das sementes.

Investimentos em linhagens com maior resistência tegumentar, associados a características desejáveis como alta produtividade e resistência a doenças, representam uma estratégia consistente para reduzir a ocorrência de danos físicos. A escolha de cultivares adaptadas às condições locais, aliada a práticas de manejo adequadas, contribui significativamente para preservar a integridade do tegumento e manter a qualidade fisiológica dos lotes.

3.5.2 Melhorias no manejo e colheita

O momento da colheita é um dos principais determinantes da ocorrência de rasgos. Estudos indicam que a colheita deve ocorrer com sementes em teor de umidade entre 13% e 15%, faixa em que o tegumento mantém elasticidade suficiente para suportar impactos mecânicos sem romper. Colheitas em teores inferiores a 12% aumentam significativamente o risco de fissuras internas e rasgos, principalmente em cultivares mais sensíveis (França-Neto et al., 2019).

Variações de umidade relacionadas ao horário da colheita influenciam diretamente a integridade tegumentar. Silva (2023) demonstrou que sementes colhidas às 11 h, com umidade média de 19%, apresentaram maior incidência de danos mecânicos, enquanto aquelas colhidas às 14 h e 17 h, com umidade de aproximadamente 16%, exibiram menor ocorrência de rasgos.

Além disso, fatores ambientais como temperatura e umidade relativa durante a maturidade fisiológica podem gerar microfissuras que, associadas ao ressecamento excessivo da semente, resultam em rachaduras visíveis (Marcos Filho, 2015).

A regulação adequada das colhedoras também é fundamental. Ajustes na rotação do cilindro trilhador, velocidade de avanço, altura de corte e fluxo interno de sementes reduzem o atrito e o impacto das sementes, evitando danos mecânicos invisíveis que comprometem germinação e vigor (Henning; França-Neto, 2019). Estudos de Cunha, Piva e Oliveira (2009) mostraram que velocidades maiores de avanço e rotações inadequadas aumentam a injúria mecânica, enquanto colhedoras de fluxo axial resultam em menores danos em comparação às convencionais.

De forma integrada, os estudos demonstram que a redução do rasgo tegumentar depende diretamente da interação entre condições de campo, momento adequado de colheita e regulação correta das máquinas. A maioria dos autores

converge ao apontar que teores de umidade entre 13% e 15% e operações mecânicas bem ajustadas são fatores decisivos para minimizar danos, especialmente em cultivares mais sensíveis. Também se observa que variações bruscas de umidade e práticas de colheita inadequadas intensificam a ocorrência de microfissuras, comprometendo germinação e vigor.

Assim, estratégias de manejo que alinhem a fisiologia da semente, as condições ambientais e a tecnificação das máquinas agrícolas configuram o caminho mais eficiente para preservar a integridade tegumentar durante a colheita.

3.5.3 Estratégias de beneficiamento e armazenamento

Após a colheita, o processo de secagem deve ser realizado de forma controlada. Temperaturas superiores a 40 °C podem danificar as estruturas celulares da semente, inclusive o tegumento, favorecendo microfissuras que passam despercebidas. A secagem ideal envolve fluxo de ar homogêneo, controle de temperatura e monitoramento constante da umidade das sementes (Marcos Filho, 2015).

O armazenamento adequado desempenha papel crucial na conservação da integridade do tegumento. Sementes com dano físico são mais vulneráveis à absorção de umidade, ao ataque de patógenos e ao envelhecimento precoce. Ambientes secos, ventilados e com controle de temperatura e umidade são indispensáveis para preservar a qualidade fisiológica do lote. Deuner et al. (2011) destacam que sementes armazenadas em condições ideais mantêm melhor desempenho mesmo após longos períodos.

Machado (2017) demonstrou experimentalmente que o vigor das sementes está diretamente relacionado à interação entre as condições ambientais e a porcentagem de rasgo no tegumento. Em seu estudo, observou-se redução significativa do vigor em sementes com $\geq 10\%$ de rasgos após o armazenamento, enquanto sementes com menor incidência de rasgos mantiveram alta performance. Esses resultados reforçam que quanto maior a integridade do tegumento, maior a resistência da semente às condições adversas de armazenamento e melhor manutenção da qualidade fisiológica.

Além disso, o uso de testes laboratoriais como envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência em areia permite a detecção precoce de danos invisíveis a olho nu. Quando aliados a protocolos de rastreabilidade e boas práticas

operacionais, esses testes oferecem maior segurança na avaliação e comercialização das sementes.

Dessa forma, a adoção de estratégias integradas, envolvendo genética, manejo, tecnologia e controle de qualidade, constitui a principal aliada na redução do rasgo tegumentar e na garantia de sementes de soja com alto desempenho agrônômico e comercial.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rasgo no tegumento das sementes de soja constitui um desafio relevante para a cadeia produtiva, uma vez que compromete atributos essenciais como germinação, vigor, longevidade e desempenho no armazenamento. A revisão de literatura demonstrou que o dano resulta da interação entre variáveis genéticas, ambientais e operacionais, evidenciando seu caráter multifatorial e a complexidade de sua prevenção. A integridade tegumentar, por sua vez, mostrou-se decisiva para a manutenção da qualidade fisiológica, reforçando a necessidade de monitoramento adequado em todas as etapas de produção.

Observou-se que a suscetibilidade ao rasgo varia entre cultivares e pode ser intensificada por condições ambientais adversas e por práticas de colheita, secagem e beneficiamento inadequadas. Embora diversas tecnologias tenham contribuído para reduzir a ocorrência desse dano, ainda persistem lacunas relacionadas à interação entre genótipos e ambiente, ao desempenho de diferentes sistemas de colheita e beneficiamento e ao efeito cumulativo dos processos operacionais sobre a integridade das sementes.

Assim, tornam-se necessários estudos que integrem genética, ambiente, tecnologia e qualidade, de modo a aprimorar protocolos de manejo e fortalecer a eficiência da produção de sementes. Tais avanços podem ampliar o entendimento sobre a dinâmica do rasgo tegumentar e contribuir para a oferta de lotes com maior segurança fisiológica e desempenho agrônômico.

REFERÊNCIAS

ABRATES – Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. **Novos cenários e desafios na pesquisa de qualidade de semente de soja**. ABRATES Notícias, 2020. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/noticia/novos-cenarios-e-desafios-na-pesquisa-de-qualidade-de-semente-de-soja>. Acesso em: 27 out. 2025.

ABRATES – Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. **Recomendações técnicas para produção e controle de qualidade de sementes**. Londrina: ABRATES, 2020.

AUTOR DESCONHECIDO. **Constituição da semente [Imagem]**. bp.blogspot.com. Disponível em: <https://tinyurl.com/3hkju7z4>. Acesso em: 29 ago. 2025.

BARRIONUEVO, F. **Influência da ruptura do tegumento na qualidade de sementes de soja**. 2023. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de concentração: Produção Vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005**. Estabelece normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de diversas espécies, incluindo soja. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 2005. Seção 1, p. 6. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-25-2005_75583.html. Acesso em: 26 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e comercialização de sementes de soja. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **8º Levantamento da Safra de Grãos 2024/25**. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/8o-levantamento-safra-2024-25/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 27 out. 2025.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **Análise de correlação de ruptura de tegumento, dano mecânico e quebra sobre a germinação, o vigor e a viabilidade de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/465590>. Acesso em: 20 jul. 2025.

CUNHA, J. P. A. R.; PIVA, G.; OLIVEIRA, C. A. A. **Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 7–13, 2009. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6950>. Acesso em: 27 out. 2025.

DEUNER, C.; BEMBEN, K. R. S.; MENEGHEL, M.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. **Avaliação da evolução de danos por umidade e tegumento em sementes de soja durante o armazenamento.** Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 3, p. 472–481, 2011. DOI: 10.1590/S0101-31222011000300015. Acesso em: 27 out. 2025.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil é referência no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para produção de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81613580/brasil-e-referencia-no-desenvolvimento-de-tecnologias-sustentaveis-para-producao-de-soja>. Acesso em: 27 out. 2025.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dados econômicos da soja no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 27 out. 2025.

EMBRAPA. **Padrões nacionais para a comercialização de sementes de soja.** Portal Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/sementes/padrees-nacionais-para-a-comercializacao-de-sementes-de-soja>. Acesso em: 26 out. 2025.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de sementes de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2019. (Documentos técnicos).

FERREIRA, L. C.; PIVETA, G.; MEDEIROS, A. D.; et al. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja: implicações da presença de microrganismos fitopatogênicos.** Research, Society and Development, v. 9, n. 10, e649108101, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/8101/7361>. Acesso em: 27 out. 2025.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura.** Londrina: Embrapa Soja, 2019. (Circular Técnica, n. 136). Disponível em: Embrapa – Circular Técnica 136. Acesso em: 27 ago. 2025.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **Teste do hipoclorito de sódio para avaliação da qualidade fisiológica da semente de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Circular Técnica, n. 192). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1151929/1/Circular-Tecnica-192.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

GALVÃO, A. S.; et al. **Qualidade física e fisiológica de sementes de soja com e sem rasgo no tegumento.** Revista FT – Ciências Agrárias, v. 28, ed. 135, jun. 2024. DOI: 10.5281/zenodo.12625411. Acesso em: 27 out. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HENNING, A. A.; FRANÇA-NETO, J. B. **Qualidade fisiológica da semente de soja: fatores que afetam o desempenho**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. (Circular Técnica, n. 135). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1101764/1/CT135online.pdf>. Acesso em: 27 out. 2025.

HENNING, F. A.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; ZUCARELI, C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; FRANÇA-NETO, J. B. **Qualidade fisiológica de sementes de soja com diferentes teores de lignina na vagem e no tegumento submetidas à deterioração por umidade em pré-colheita**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1149015>. Acesso em: 27 out. 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; GOMES-JUNIOR, F. G.; NAKAGAWA, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2020.

LIMA, C. V. S.; CORTES, G. D. P.; NERES, D. C. C. **Análise do rasgo no tegumento de sementes de soja sobre a qualidade fisiológica**. Várzea Grande: UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande, 2019. Trabalho apresentado no Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão – SIEPE. Documento interno.

LIMA, M. C. et al. **Rasgo no tegumento de soja: implicações na qualidade de sementes**. SIEPE – UFPel, 2019. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2019/CA_02163.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

MACHADO, Bruna Ribeiro. **Análise do efeito do rasgo no tegumento sobre a patologia e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Urutaí: Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Orientador: Ivandilson Pessoa Pinto de Menezes.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. **55ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Oleaginosas e Biodiesel**. Brasília: MAPA, mar. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/oleaginosas-e-biodiesel/2025/55a-ro-11-03-2025/2025-03-11-reuniao-csob-poc-canola-e-outros-final.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e comercialização de sementes de soja no Brasil. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002724502>. Acesso em: 27 ago. 2025.

MFRURAL. **Sem-nome-1024-x-365-px.png [Imagem]**. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br>. Acesso em: 30 ago. 2025.

SILVA, D. dos S. **Efeito da velocidade e horário de colheita sobre os danos mecânicos e qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2023. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências de Chapadinha, Chapadinha – MA, 2023.

TEIXEIRA, S. B.; PIRES, S. N.; SILVA, M. R.; et al. **Dinâmica de formação do rasgo no tegumento de sementes de soja**. Journal of Seed Science, v. 43, n. e202143031, 2021. DOI: 10.1590/2317-1545v43251257. Acesso em: 26 out. 2025.

ZORATO, M. F. **O tegumento de sementes de soja e o seu impacto na qualidade**. SEEDNews, Edição XXII, maio 2018. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/350-o-tegumento-de-sementes-de-soja-e-o-seu-impacto-na-qualidade-edicao-maio-2018>. Acesso em: 27 out. 2025.