

CIRCULAR TÉCNICA

192

Londrina, PR
Fevereiro, 2023

Teste do hipoclorito de sódio para determinação da ocorrência de microfissuras no tegumento da semente de soja

Francisco Carlos Krzyzanowski, José de Barros França-Neto, Gustavo Roberto Fonseca de Oliveira, Fernando Augusto Henning



Teste do hipoclorito de sódio para determinação da ocorrência de microfissuras no tegumento da semente de soja¹

Introdução

O dano mecânico é um dos principais fatores limitantes para a produção de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] de alta qualidade. A colheita é a fase mais crítica de todo o processo de produção dessa semente, pois os impactos e atritos causados pelos mecanismos de trilha, quer seja tangencial (Figura 1) ou axial (Figura 2), durante a operação de colheita, são a maior fonte de danos mecânicos à semente.

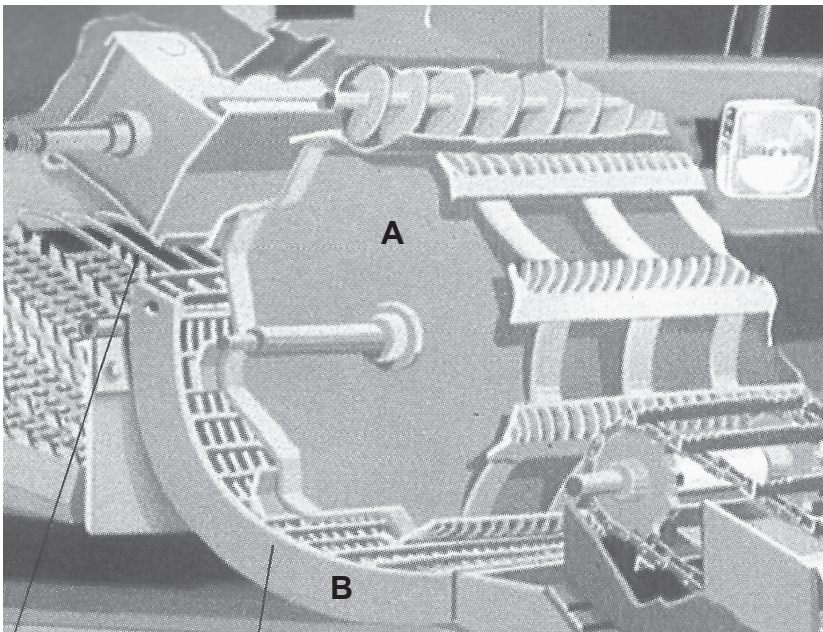


Figura 1. Sistema tangencial de trilha, presente em máquinas colhedoras, mostrando o cilindro bater (A) e o côncavo (B).

Fonte: Grupo SLC (1980).

¹ **Francisco Carlos Krzyzanowski**, engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **José de Barros França-Neto**, engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Gustavo Roberto Fonseca de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências (Fitotecnia), doutorando em Agronomia (Agricultura) na UNESP-FCA, Campus de Botucatu, SP; **Fernando Augusto Henning**, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências e Tecnologia de Sementes/Biotecnologia em Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Foto: José de Barros França-Neto



Figura 2. Sistema de cilindro para trilha axial, presente em máquinas colhedoras.

Além da colheita, a operação de beneficiamento pode causar danos mecânicos, devido a quedas excessivas e também à utilização de equipamentos de transporte inapropriados ou desajustados, como é o caso de elevadores ou fitas transportadoras (Figura 3).

Fotos: José de Barros França-Neto



Figura 3. Correia transportadora arremessando a semente de soja na cabeça de descarga do *tripper* (A); Correia transportadora com descarga correta (B).

Os danos mecânicos em sementes de soja podem ser determinados pelo teste de tetrazólio (Figura 4), pelo teste do copo medidor (Figura 5) e pelo teste de hipoclorito de sódio.

Fotos: José de Barros França-Neto

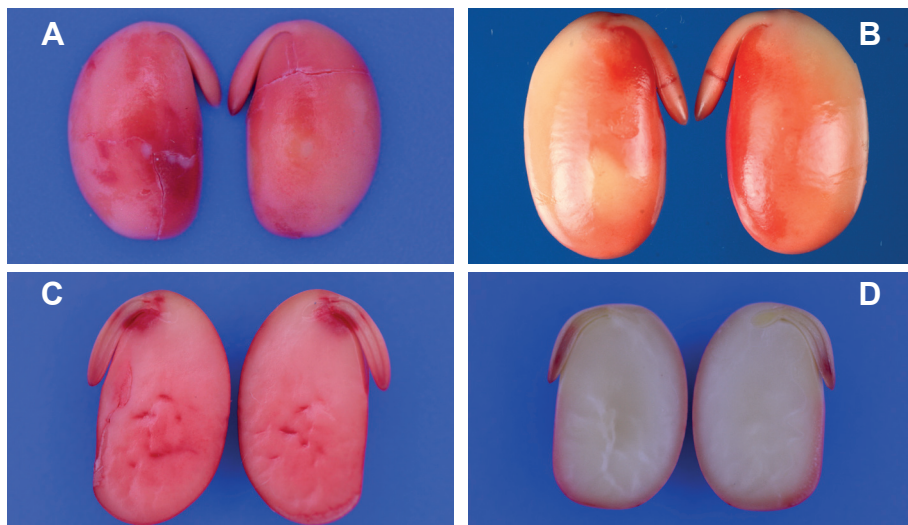


Figura 4. Sementes de soja com sintomas de danos mecânicos após a coloração com a solução de tetrazólio. (A) dano mecânico imediato nos cotilédones; (B) dano mecânico imediato no eixo embrionário; (C) dano mecânico latente na região de inserção do eixo embrionário e do hipocótilo; (D) dano mecânico latente no eixo embrionário.

Fonte: França-Neto e Krzyzanowski (2022).

Fotos: Francisco Krzyzanowski

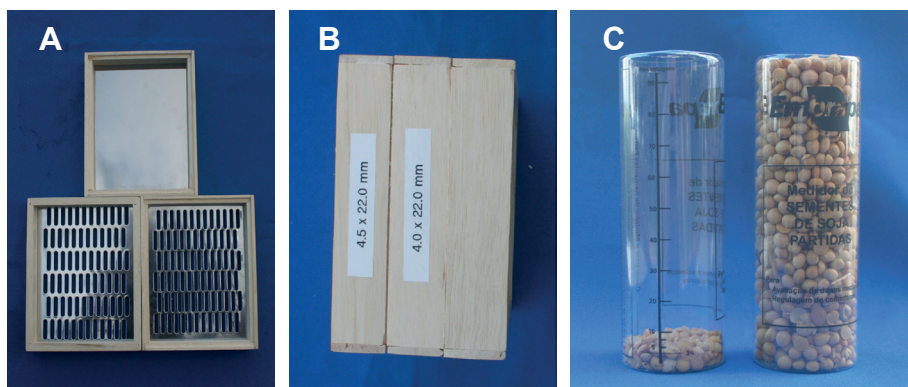


Figura 5. Kit para avaliação de dano mecânico em sementes de soja, ilustrando o conjunto de peneiras (A), a dimensão das peneiras (B) e o copo medidor (C) usado para a determinação do percentual de sementes quebradas (bandinhas) de soja durante a colheita.

Fonte: França-Neto et al. (2016).

Princípio e utilização do teste de hipoclorito de sódio

A semente de soja é rica em proteínas e essas são as principais responsáveis pelo fenômeno da absorção de água pela semente devido à sua natureza hidrofílica. Portanto, o teste do hipoclorito de sódio fundamenta-se no processo da hidratação controlada da semente de soja por meio de solução salina por um determinado período de tempo, o que confere maiores precisão e reprodutibilidade nos resultados obtidos. Devido ao teor de proteína nas sementes variar entre cultivares, região de produção e adubação, a hidratação da semente direta em água pura irá superestimar o resultado, causando imprecisão no teste, o que afetará a tomada de decisões no controle de qualidade da matéria-prima para semente.

O teste do hipoclorito é usado para determinar rapidamente o percentual de dano mecânico não visual a olho desarmado, ou dano mecânico não aparente. Esse tipo de dano resulta em microfissuras no tegumento da semente de soja (Figura 6). O teste pode ser utilizado no monitoramento da ocorrência do dano mecânico durante a operação de colheita, bem como na recepção da semente na Indústria de Beneficiamento de Semente (IBS) e ao longo da linha de beneficiamento.

O tegumento intacto regula a taxa de hidratação dos componentes internos da semente (cotilédones e eixo embrionário), prevenindo ou minimizando os estresses da embebição ou absorção de água e a difusão de gases metabólicos, oxigênio e dióxido de carbono. Além disso, pode regular a germinação da semente, podendo causar a sua dormência, como é o caso de sementes duras em soja, devido ao depósito de suberina no tegumento durante seu processo de maturação (Krzyzanowski; França-Neto, 2017).

O tegumento da semente de soja tem função protetiva e regulatória, mantém os cotilédones e o eixo embrionário unidos, protegendo-os contra injúrias causadas por impactos e abrasões e as possíveis infecção e colonização por patógenos (fungos e bactérias). Portanto, o tegumento tem as funções de confinar e proteger as sementes e regular o processo de germinação (Krzyzanowski, 2016). A ocorrência de dano mecânico não aparente (microfissura) informa o estado de integridade física do tegumento, o que é altamente importante para o comportamento da semente durante o armazenamento, por regular as variações do seu grau de umidade, face às variações da umidade relativa do ar nos armazéns (higroscopicidade). Outro aspecto é relacionado à embebição de água no campo, quando semeadas. Na Tabela 1, a ocorrência

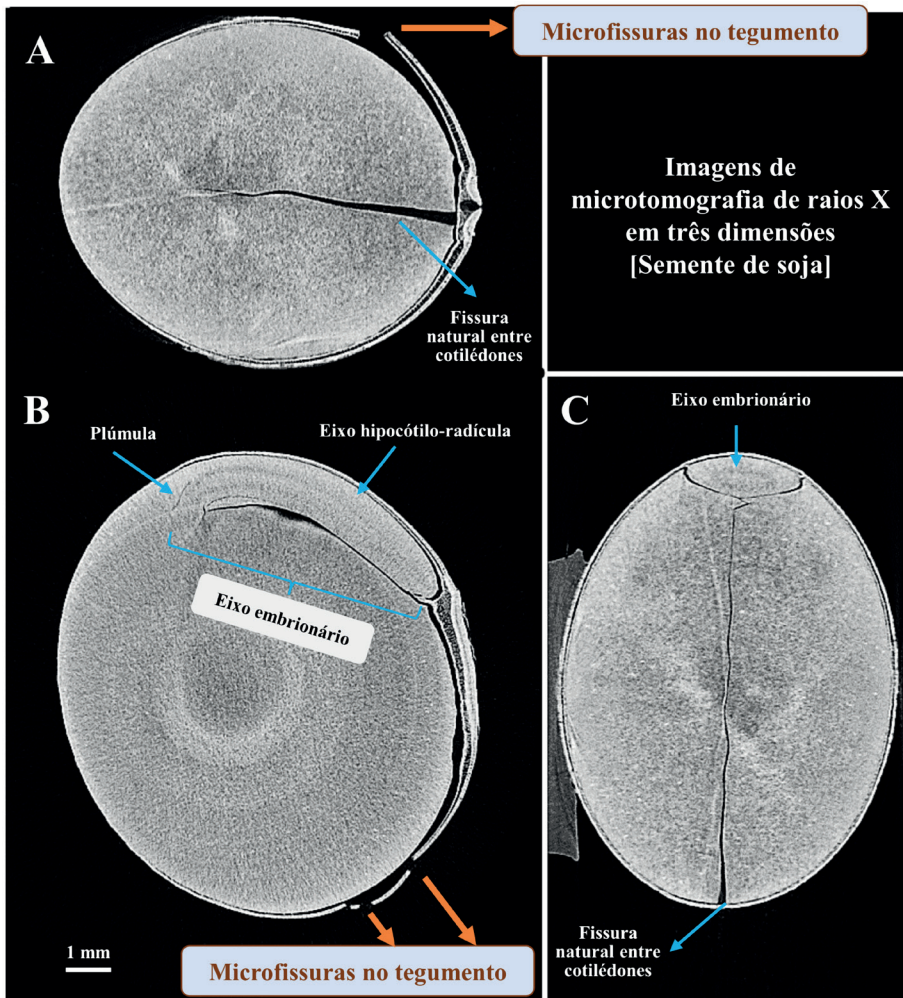


Figura 6. Morfologia interna de uma semente de soja com microfissuras (indicadas pelas setas de cor laranja) no tegumento. Imagem de microtomografia computadorizada de raios-X em três dimensões (sagital, transaxial e coronal). A: imagem tomográfica sagital da semente mostrando microfissura no tegumento e fissura natural entre os cotilédones; B: imagem tomográfica transaxial da semente com destaque para partes do eixo embrionário, como plúmula e eixo hipocótilo-radícula e ocorrência de microfissuras no tegumento; C: imagem tomográfica coronal da semente mostrando o eixo embrionário na visão oposta ao hilo e fissura natural entre os cotilédones.

de microfissuras em sementes de soja no Brasil foi avaliada em 2.532 amostras de sementes, produzidas nas safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

Tabela 1. Porcentagem de microfissuras no tegumento de sementes de soja, produzidas em diversas regiões brasileiras em quatro safras.

Safras	Número de Amostras	Média (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
2014/2015	559	6,3	50,5	0,0
2015/2016	650	7,9	45,5	0,0
2016/2017	638	6,8	45,0	0,0
2017/2018	685	5,7	37,5	0,0
Total	2.532	--	--	--

Fonte: Krzyzanowski (2016); Krzyzanowski e França-Neto (2017), Krzyzanowski et al. (2018, 2019).

A integridade do tegumento da semente de soja também é importante na etapa do seu tratamento, principalmente no tratamento industrial de sementes (TIS). Elevados índices de microfissura no tegumento podem propiciar a ocorrência de fitotoxicidade no momento da embebição, durante os processos de germinação e de emergência de plântulas.

Conforme os resultados de pesquisas obtidos, a presença progressiva de microfissuras no tegumento (Figura 7) interfere negativamente no desempenho fisiológico das sementes (Oliveira et al., 2017, 2018). Nas amostras de sementes submetidas ao tratamento químico, quando comparado com a testemunha não tratada, observou-se que os efeitos foram mais acentuados nas sementes tratadas, onde foi incluído o inseticida (Oliveira et al., 2017, 2018). Conforme dados da Tabela 1, índices muito elevados de microfissura podem ser constatados em lotes comerciais de sementes de soja em diferentes safras. Assim sendo, sugere-se determinar o percentual de ocorrência de microfissuras previamente ao tratamento químico.

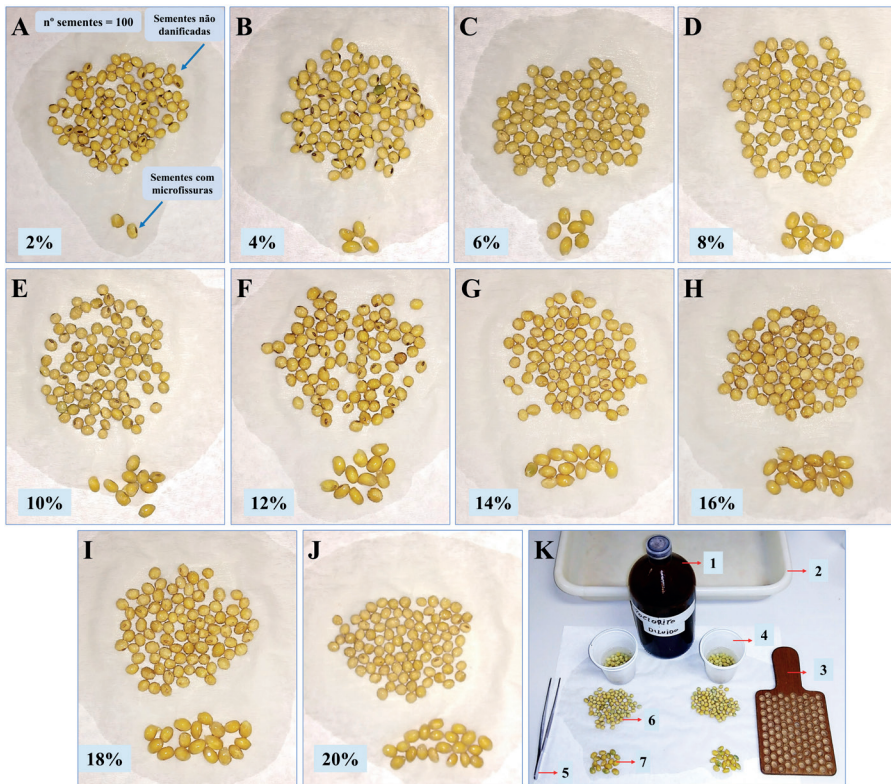


Figura 7. Lotes de sementes de soja com distintos índices de microfissuras no tegumento: (A-J) sementes analisadas pelo teste do hipoclorito de sódio; (K): 1) solução de trabalho de hipoclorito de sódio; 2) bandeja de plástico para contagem de duas subamostras de 100 sementes visualmente sem danos aparentes; 3) contador de sementes; 4) copo de plástico (200 mL) com sementes de soja imersas em solução, 5) pinça reta para auxílio na contagem de sementes embebidas; 6) sementes intactas; 7) sementes com microfissuras no tegumento após embebição na solução de hipoclorito de sódio.

Método do teste

É um teste de fácil execução e o método descrito a seguir está de acordo com os procedimentos desenvolvidos na Universidade Estadual do Mississippi, que podem ser utilizados tanto para sementes de soja quanto para sementes de feijão, conforme Vaughan (1982).

Materiais necessários:

1. Copos de plástico para a imersão das sementes (perfurados na base e não perfurados), onde caibam 100 sementes (Figura 10);
2. Papel-toalha ou de germinação para receber as sementes após a embebição;
3. Hipoclorito de sódio, solução estoque a 5,25% e água destilada;
4. Solução estoque de hipoclorito de sódio (5,25%), preparada utilizando as informações contidas na Tabela 2. Dependendo da concentração do produto comercial do hipoclorito de sódio (NaOCl), utilizar os volumes de hipoclorito e de água destilada, conforme ilustrados na tabela.

Por exemplo: usando o produto comercial na concentração de 14%: misturar 374 mL de NaOCl em 626 mL de água destilada para se obter 1,0 litro da solução estoque na concentração de 5,25%.

Tabela 2. Volume de solução de hipoclorito de sódio necessário para o preparo de 1,0 litro da solução estoque à 5,25% de acordo com a concentração do produto comercial.

Produto comercial concentração (NaOCl) (%)	NaOCl (mL)	Água destilada (mL)
6	873	127
7	749	251
8	655	345
9	582	418
10	524	476
11	476	524
12	437	563
13	403	597
14	374	626
15	349	651
16	328	672
17	308	692
18	291	709
19	276	724
20	262	736

5. Solução de trabalho de hipoclorito preparada na concentração de 0,13%: dosar 25 mL da solução estoque de hipoclorito de sódio a 5,25% e completar com 975 mL de água para obter 1,0 litro de solução. Essa solução é a indicada para a avaliação da ocorrência de dano mecânico na semente de soja. A solução, quando não em uso, deve ser mantida em embalagem fechada, uma vez que o hipoclorito de sódio é volátil, o que poderá resultar na alteração da concentração da solução.

Procedimentos

1. Contar pelo menos duas ou mais repetições de 100 sementes cada, visualmente não danificadas, excluindo as com dano aparente, identificadas como trincadas e quebradas, inclusive as bandinhas e as sementes com rasgo (ruptura) no tegumento (Figura 8).

Fotos: Francisco Carlos Krzyzanowski

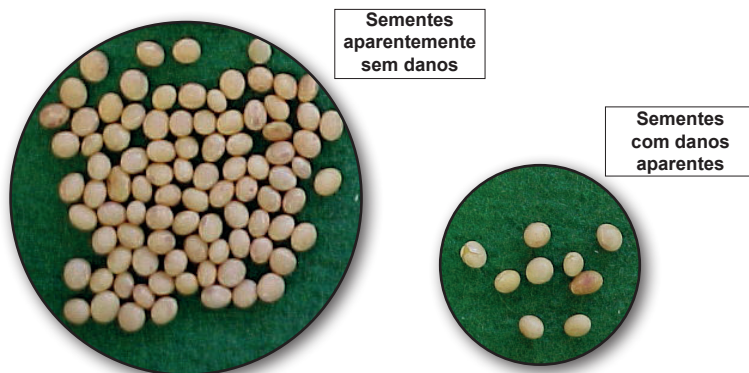


Figura 8. Seleção de sementes para o teste, ilustrando sementes com danos não aparentes (esquerda) e com danos aparentes (direita).

2. Colocar as sementes selecionadas em recipiente para embebição e adicionar a solução de trabalho imergindo totalmente as sementes (Figura 9).

Fotos: Francisco Carlos Krzyzanowski

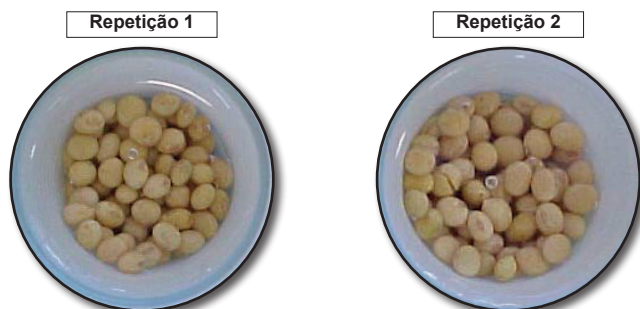


Figura 9. Embebição das sementes de soja para o teste do hipoclorito, realizado em duas repetições com 100 sementes cada.

3. Após 10 minutos, drenar a solução, espalhar as sementes sobre o papel-toalha (ou de germinação) para a avaliação, separando e contando as sementes intumescidas, em cada uma das repetições (Figuras 10 e 11).

Fotos: José de Barros França-Neto

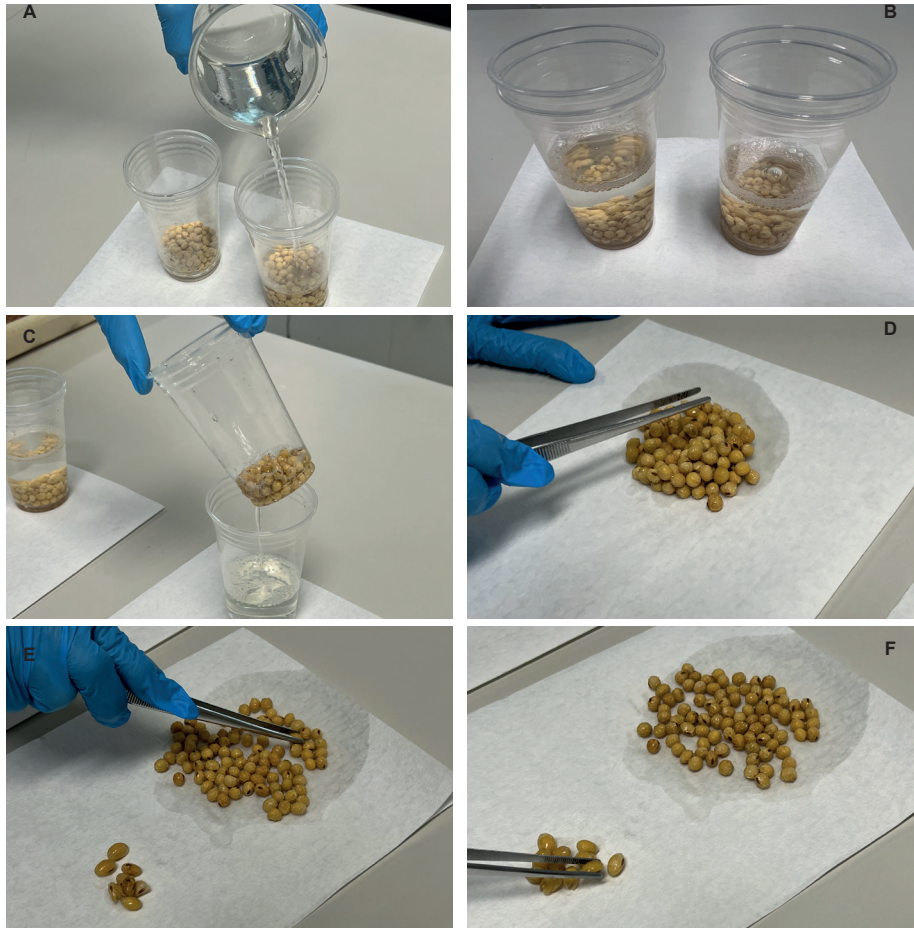


Figura 10. Sequência do processo de embebição das sementes no teste do hipoclorito: (A) duas repetições de 100 sementes cada são submersas em solução do hipoclorito; (B) embeber por 10 min; (C) drenar totalmente a solução de hipoclorito, suspendendo o copo interno perfurado; (D) esparramar as sementes após a drenagem sobre papel de germinação; (E) separar as sementes que intumesceram; (F) contar as sementes que intumesceram.

Como exemplo, na Figura 11, a repetição 1 tem 12% de sementes intumescidas e na repetição 2 tem 13%, sendo que na média perfazem 12,5% de sementes com microfissuras.

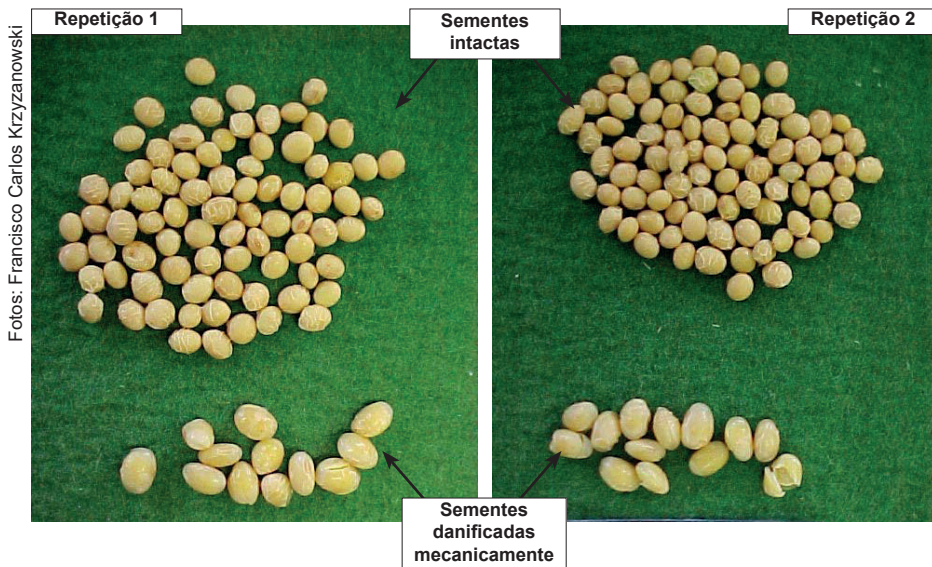


Figura 11. Avaliação do teste de hipoclorito de sódio, realizada em duas repetições com 100 sementes de soja cada.

Caso seja desejada informação referente ao total de sementes danificadas, basta adicionar as porcentagens das sementes intumescidas com as visualmente danificadas, identificadas como quebradas e ou com tegumentos rompidos, retiradas da amostra inicial de 100 sementes, bem como o percentual de sementes partidas determinado pelo teste de peneiras de copo medidor (Figura 5).

Se o percentual de sementes com microfissuras for superior a 10%, a semente está muito danificada, pois deve-se considerar que quando a amostra apresenta esse índice ou maior, ela tem também um alto índice de dano mecânico aparente. Com elevados índices de dano mecânico ($> 10\%$), há a necessidade de efetuar ajustes no sistema de trilha da colhedora, ou correções na velocidade dos equipamentos de transporte na linha de beneficiamento, cuja recomendação técnica é de 40 m/min. Como exemplo, em virtude de altas velocidades operacionais dos elevadores industriais, a sugestão é trocá-los por elevadores específicos para o transporte de sementes (Figura 12). O mesmo se aplica para o caso das correias transportadoras.

Fotos (A e B): Francisco Carlos Krzyzanowski

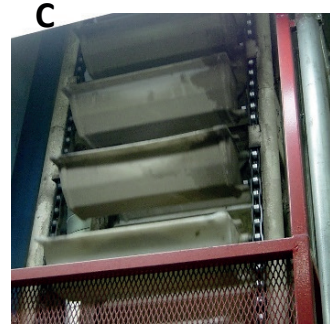
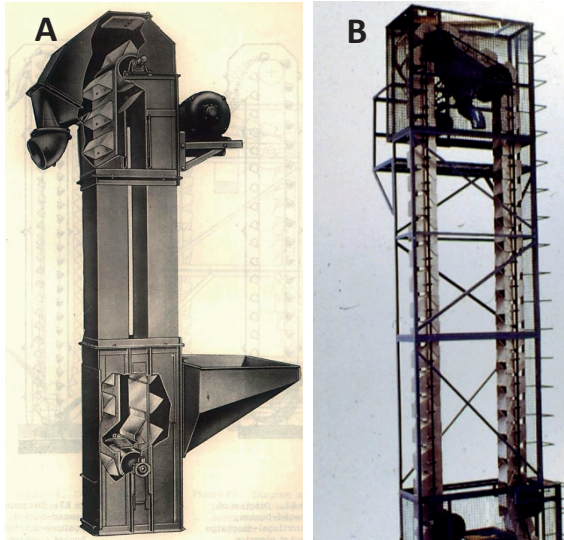


Foto: José de Barros França-Neto

Figura 12. Elevadores específicos para o transporte de sementes: (A) tipo Universal, com descarga positiva nas costas das canecas (*Universal Industries*); (B) elevador de corrente, com descarga por gravidade (*Silomax Indústria e Comércio Ltda.*); (C) detalhe das canecas do elevador de corrente.

Para evitar quedas excessivas em silos armazenadores, secadores ou reguladores de fluxo, utilizar escadas de sementes (Figura 13).

Foto: José de Barros França-Neto



Figura 13. Exemplo de escada de sementes para descarga em silos armazenadores, secadores ou reguladores de fluxo.

Observações

1. Evitar o contato da solução de hipoclorito de sódio em superfícies envernizadas ou pintadas.
2. Se a semente for deixada na solução de hipoclorito de sódio por mais de 10 minutos, a não danificada poderá absorver a solução e superestimar os resultados do teste.
3. A solução de trabalho pode ser reutilizada apenas durante um dia inteiro de trabalho.
4. A solução em uso deve ser mantida coberta nos intervalos entre os testes, para evitar a evaporação do hipoclorito de sódio.

Referências

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 111 p. (Embrapa Soja. Documentos, 449).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PADUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

GRUPO SLC. **O maior avanço tecnológico da colheita mecanizada**. Horizontina, 1980. Folder.

KRZYŻANOWSKI, F. C. Características físicas da semente: dano mecânico não aparente, densidade e peso de mil sementes. In: LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2014/15**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 49-57. (Embrapa Soja. Documentos, 378). (ISSN 1516-781X).

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Características físicas da semente: dano mecânico não aparente, densidade e peso de 1000 sementes. In: LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2015/16**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. p. 63-73. (Embrapa Soja. Documentos, 393).

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; LORINI, I. Características físicas da semente dano mecânico não aparente e peso de 1000 sementes. In: LORINI, I. (ed.). **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2016/17**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. p. 61-68. (Embrapa Soja. Documentos, 403)

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; LORINI, I. Características físicas da semente: dano mecânico não aparente e peso de 1000 sementes. In: LORINI, I. (ed.). **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2017/18**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. p. 63-70. (Embrapa Soja. Documentos, 422)

OLIVEIRA, G. R. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A.; LORINI, I. Os efeitos do tratamento químico sobre o desempenho fisiológico de sementes de soja com distintos índices de microfissura no tegumento. **Informativo ABRATES**, v. 27, n. 2, p. 178, ago. 2017. Número especial. Edição dos Resumos do 20º Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu, ago. 2017.

OLIVEIRA, G. R. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; LORINI, I.; SÁ, M. E. Efeitos do tratamento químico sobre o desempenho fisiológico de sementes de soja com distintos índices de microfissura no tegumento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 8., 2018, Goiânia. **Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 998-1000.

VAUGHAN, C. E. Quality assurance techniques - the chlorox test. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1982, State College. **Proceedings** ... State College: Mississippi Seed Technology Laboratory, 1982. p. 117-118.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
Caixa Postal 4006 CEP: 86085-981
Distrito de Warta
Londrina, PR
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

PDF digitalizado (2023)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



Comitê Local de Publicações

Presidente

Adeney de Freitas Bueno

Secretária-Executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose,
Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros
França Neto, Liliane Márcia Mertz-Henning,
Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani
Zavaglia Pereira, Norman Neumaier*

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinatto Dall' Agnol

Normalização

Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Marisa Yuri Horikawa

Foto da capa

José de Barros França-Neto