

Londrina, PR / Junho, 2024

Avaliação de plântulas de soja no teste de germinação

Francisco Carlos Krzyzanowski⁽¹⁾, José de Barros França Neto⁽¹⁾, Osvaldo de Castro Ohlson⁽²⁾, Fernando Augusto Henning⁽³⁾

⁽¹⁾Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; ⁽²⁾Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, Curitiba, PR; ⁽³⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências e Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

Desde a sua criação, a principal função do controle de qualidade na produção e no comércio de sementes é assegurar que o lote de semente atenda aos padrões estabelecidos na legislação de sementes vigente no país.

A publicação Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009) norteia os procedimentos recomendados para a avaliação da qualidade da semente, nos distintos parâmetros que compõem, as qualidades fisiológica, sanitária, física e genética. Portanto, é um pré-requisito a sua atualização anual face aos avanços nas metodologias de análise de sementes. A legislação de semente estabelece a sua qualidade legal para efeitos de produção e comercialização.

Em relação à qualidade fisiológica das sementes, o teste mais básico é o de germinação, o qual é contemplado no Capítulo 5 das Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009). Neste teste busca-se determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser utilizado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o possível valor para semeadura em campo (Brasil, 2009). Deve-se enfatizar que as condições de temperatura, quantidade de água e tipo de substrato determinadas pelas RAS para a espécie a ser avaliada a germinação são as mais

próximas às ideais, o que permitirá que as sementes avaliadas desempenhem o melhor possível, resultando no seu máximo potencial de germinação.

Com a capacitação e treinamento de profissionais para a avaliação do teste de germinação, a padronização das análises pode ser atingida, o que é de suma importância para o setor e sistema de produção. Desta maneira, é essencial e necessário resgatar alguns conceitos e detalhes importantes que seguem:

Germinação: é definida como aqueles eventos que ocorrem entre o início do processo de embebição de água pela semente e a emergência do eixo embrionário através de seu tegumento (Black et al., 2006). Em teste de laboratório, o processo de germinação de sementes permite o desenvolvimento e a emergência das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (Brasil, 2009). O processo de germinação típico da semente de soja é ilustrado na Figura 1, onde é ilustrado o início desse processo com a embebição da semente, seguido da protusão da raiz, desenvolvimento do hipocótilo e do sistema radicular, abertura dos cotilédones e emissão da plúmula, onde se aloja o meristema apical.



Figura 1. Ilustração do processo de germinação da semente de soja, culminando com o desenvolvimento de plântula normal.

Porcentagem de germinação: nos testes de laboratório, a porcentagem de germinação de sementes corresponde à proporção do número de sementes que produziu plântulas classificadas como normais, em condições e períodos especificados no Quadro 5.1 das RAS (Brasil, 2009).

Estruturas essenciais: no caso da semente de soja, as suas estruturas essenciais que permitirão a caracterização de uma plântula normal são: sistema radicular, composto por raízes primária e secundárias; o hipocótilo; o epicótilo; as gemas terminais; e os cotilédones (um ou dois) (Brasil, 2009).

Plântulas normais: de acordo com as RAS (Brasil, 2009), plântulas normais de soja são aquelas que mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas sob condições favoráveis. Para serem classificadas como normais, as plântulas devem estar de acordo com uma das seguintes categorias:

a) Plântulas intactas: plântulas com todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (Figuras 2 e 3). Uma plântula intacta de soja, mostra uma combinação específica das seguintes estruturas essenciais:

Sistema radicular bem desenvolvido, formado por:

- raiz primária longa e delgada geralmente revestida por numerosos pelos absorventes e terminando numa extremidade afilada;
- raízes secundárias produzidas dentro do período de duração do teste.

Parte aérea bem desenvolvida e formada por:

- hipocótilo reto, geralmente delgado e alongado;
- epicótilo, que poderá ser observado em plântulas, após um período maior durante o teste de germinação e/ou de emergência de plântulas.

Número específico de cotilédones:

- dois cotilédones, os quais são verdes e foliáceos, com tamanho variando com o tamanho da semente de soja; pode-se tolerar a presença de apenas um dos cotilédones, desde que o mesmo esteja com as suas características normais.

Folhas primárias verdes e em expansão:

- duas folhas primárias.

Gema apical:

- uma, no ápice da parte aérea, cujo desenvolvimento varia com o tamanho da semente e da cultivar.

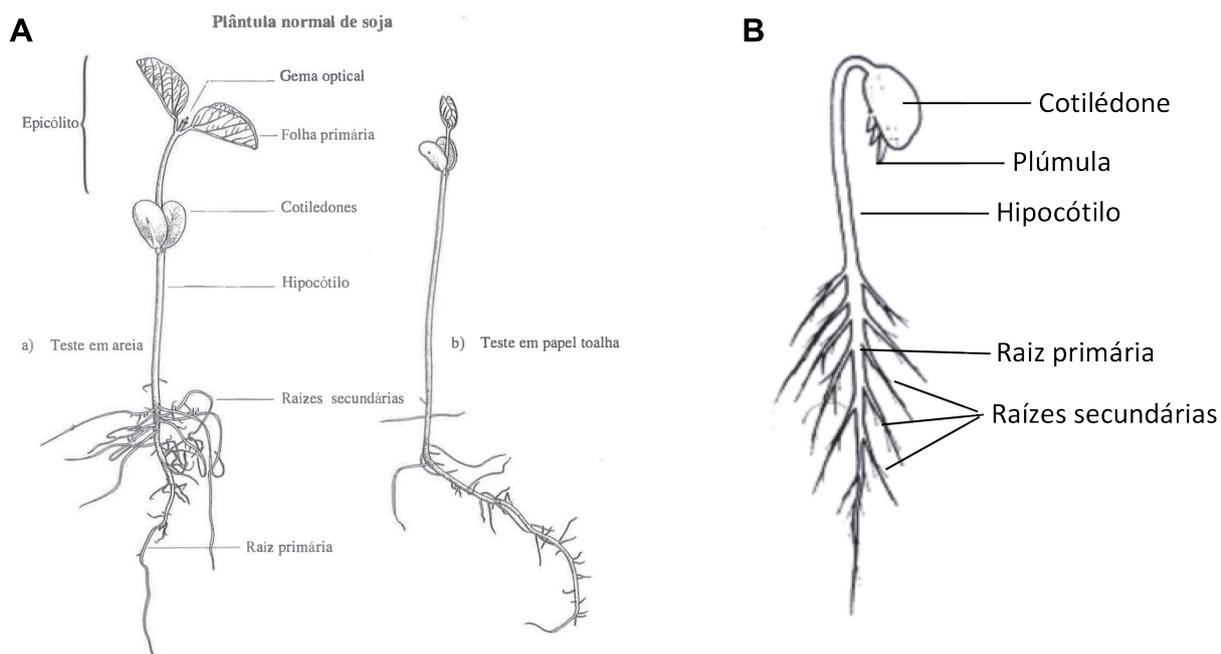


Figura 2. Esquema de plântulas normais de soja. (A) ilustração de plântulas normais obtidas em teste de emergência em areia, ou outros substratos, como terra ou vermiculita (AOSA, 1992); (B) plântula normal de soja obtida em teste de germinação com substrato rolo de papel. Brasil (2009).



Figura 3. Plântulas normais de soja oriundas de teste de germinação com substrato rolo de papel.

Fonte: Krzyzanowski et al. (2020).

Fotos: Francisco Carlos Krzyzanowski | José de Barros França Neto

b) Plântulas com pequenos defeitos: plântulas apresentando pequenos defeitos em suas estruturas essenciais, desde que apresentem um desenvolvimento satisfatório e equilibrado, quando comparadas com uma plântula intacta do mesmo teste (Figuras 4 a 6). São considerados pequenos defeitos:

Sistema radicular:

- raiz primária com dano limitado ou com pequeno retardamento no crescimento;
- raiz primária deficiente, mas com raízes secundárias suficientemente bem desenvolvidas. GR

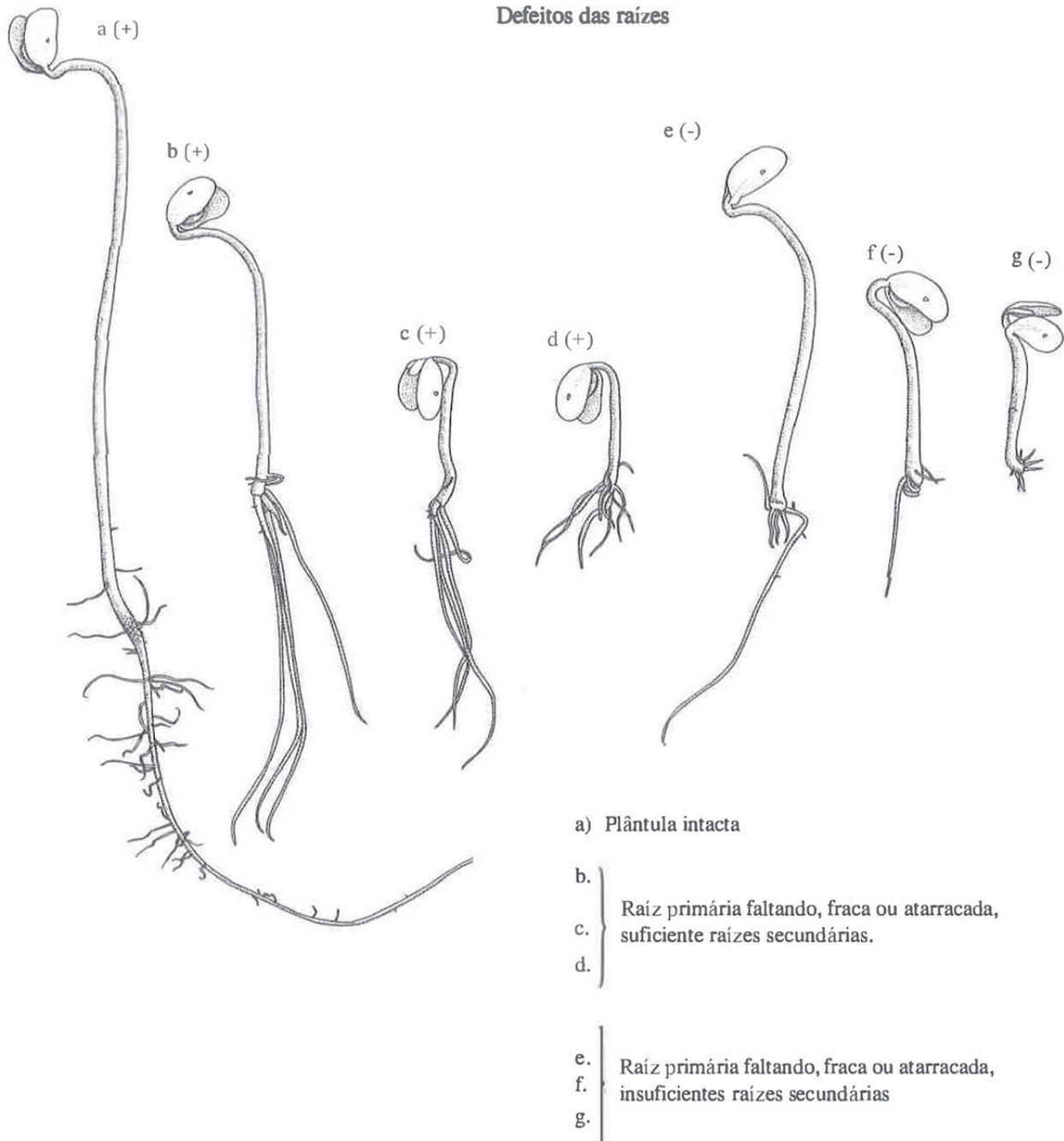


Figura 4. Plântulas normais (+) e anormais (-) de soja com deficiências no sistema radicular. AOSA (1992).

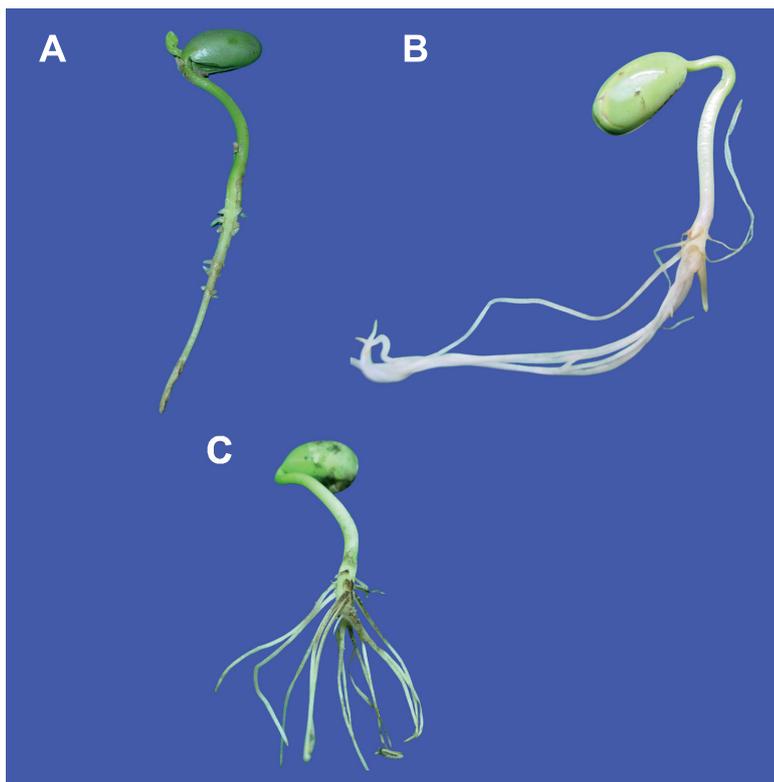


Figura 5. Plântulas normais de soja com deficiências no sistema radicular: (A) raiz primária desenvolvida e raízes secundárias pouco desenvolvidas, iniciando o desenvolvimento; (B) sem raiz primária, mas com suficientes raízes secundárias; (C) plântula normal de soja com raízes secundárias compensando a ausência de raiz primária.

No caso da Figura 5A, esse tipo de situação pode ocorrer com sementes tratadas, onde o produto utilizado pode ter induzido um retardamento no desenvolvimento inicial das raízes secundárias, o que pode ser comprovado prolongando o teste dentro do prazo para a contagem final. A plântula na Figura 5B não possui uma raiz primária identificável, mas as secundárias são bem desenvolvidas e a plântula como um todo é proporcional. A Figura 5C ilustra outra situação onde a raiz primária não é bem definida, mas com número suficiente de secundárias; o escurecimento observado é consequência da presença de fungos saprófitos, como por exemplo o *Rhizopus* spp., que em determinadas safras aparece no rolo de papel, quando o substrato está mais seco que o ideal, por umidade inicial menor que a recomendada, ou pela ocorrência de picos de temperaturas elevadas durante o teste, que resultam na maior desidratação do substrato.

Sintomas mais intensos que os relatados acima resultarão em plântulas anormais, conforme ilustrado na Figura 6, onde são ilustradas deficiências no sistema radicular das plântulas de soja.

Parte aérea:

- hipocótilo ou epicótilo com danos limitados (pequenas lesões que não atingem

- os tecidos condutores); cotilédones com danos limitados (se metade ou mais da área total do tecido ainda
- funcionar normalmente, regra dos 50%, e se não houver evidência de dano ou deterioração do ápice da parte aérea ou dos tecidos adjacentes);
- somente um cotilédone normal, em dicotiledôneas (se não houver evidência de dano ou
- deterioração do ápice da parte aérea ou dos tecidos adjacentes);
- três cotilédones ao invés de dois, desde que atenda a regra dos 50%;
- folhas primárias com danos limitados, se a metade ou mais da área total do tecido ainda
- funcionar normalmente, regra dos 50%.

O hipocótilo é uma importante estrutura nas plântulas de soja. Uma vez que essa espécie apresenta germinação epígea, nos processos de germinação e de emergência das plântulas, o hipocótilo tem a importante função de trazer à superfície do solo os cotilédones e a gema apical da plântula. Plântulas normais e anormais de soja com danos no hipocótilo estão ilustradas na Figuras 7 e 8.

Fotos (A) (B) (C) (D) (E) (F): Osvaldo de Castro Ohlson
Foto (G): José de Barros França Neto

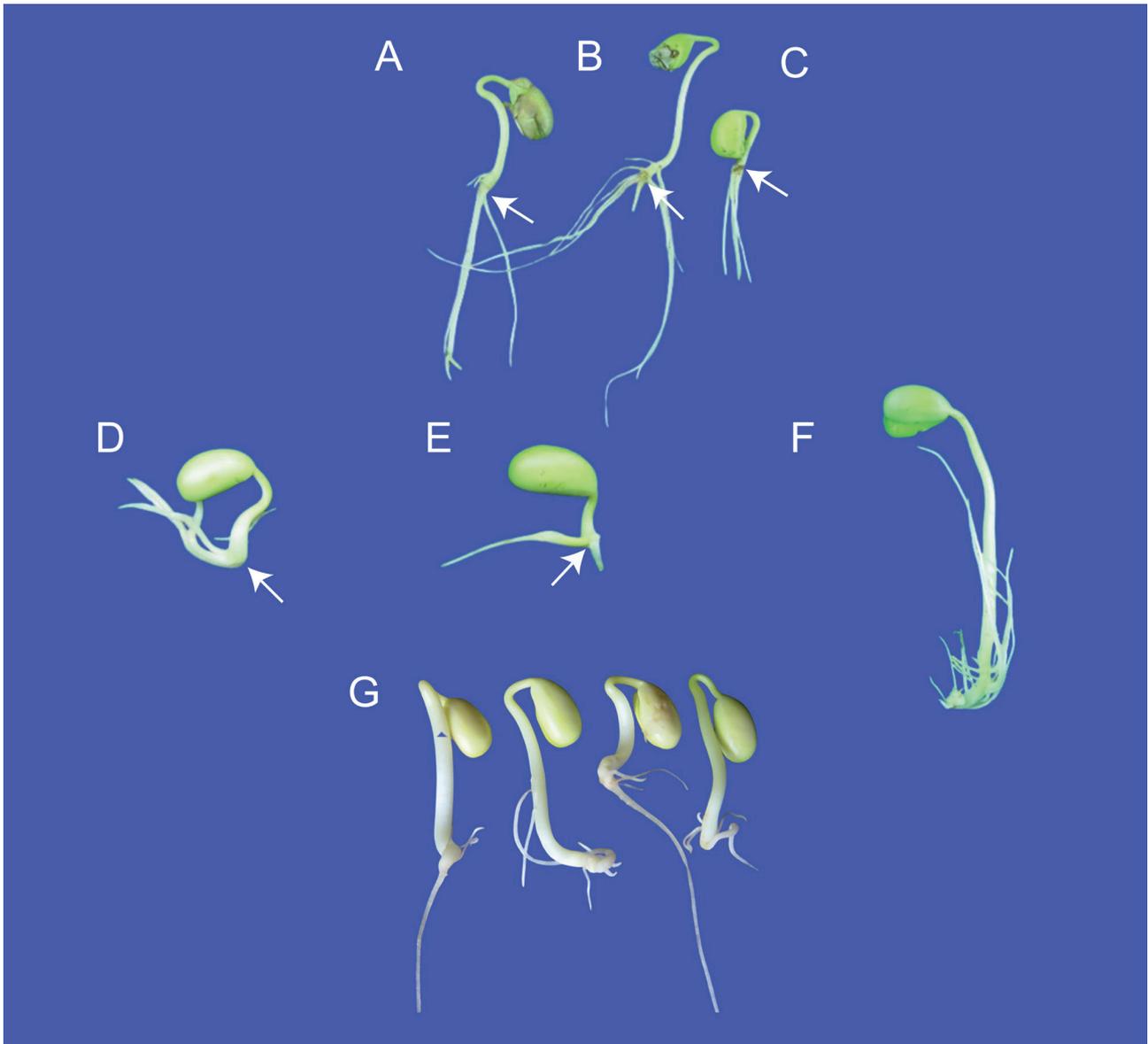
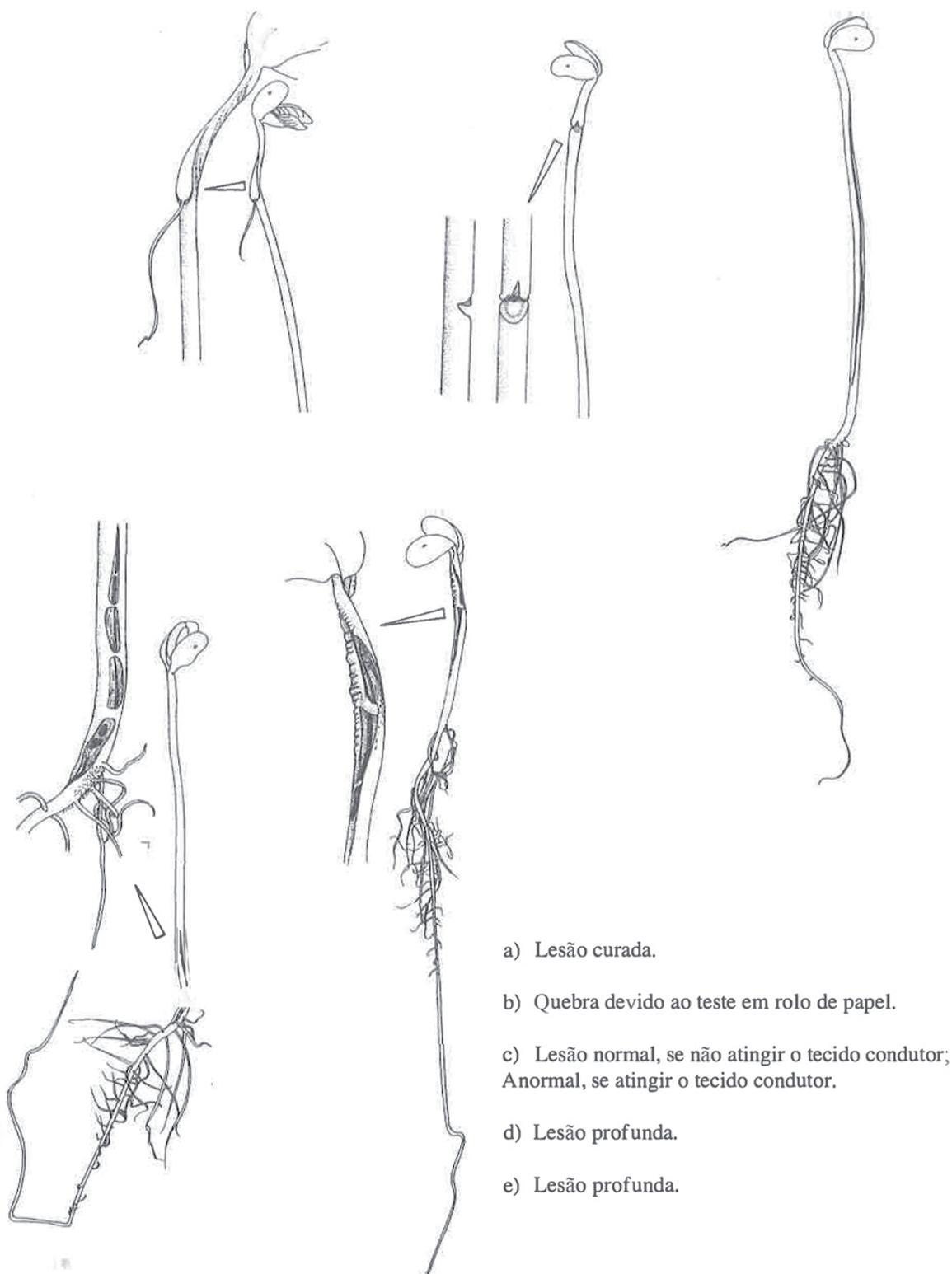


Figura 6. Plântulas anormais de soja com deficiências no sistema radicular: (A) sem raiz principal distinguível e dano mecânico na inserção das secundárias; (B) raiz primária pouco desenvolvida, em consequência de uma infecção primária; (C) sem raiz primária e não compensada pelas secundárias; (D) plântula sem raiz principal e com raízes secundárias deficientes; (E) plântula com sistema radicular deficiente; (F) Plântula anormal de soja, mostrando geotropismo negativo das raízes, sintoma esse que é facilmente identificável no teste em terra ou areia, pois as raízes aparecem ao redor da parte aérea; em campo desidrata rapidamente e aparece como falha de germinação; (G) plântulas com raízes primárias atrofiadas.

Lesões do Hipocótilo.



- a) Lesão curada.
- b) Quebra devido ao teste em rolo de papel.
- c) Lesão normal, se não atingir o tecido condutor; Anormal, se atingir o tecido condutor.
- d) Lesão profunda.
- e) Lesão profunda.

Figura 7. Plântulas normais e anormais de soja com danos no hipocótilo. AOSA (1992).

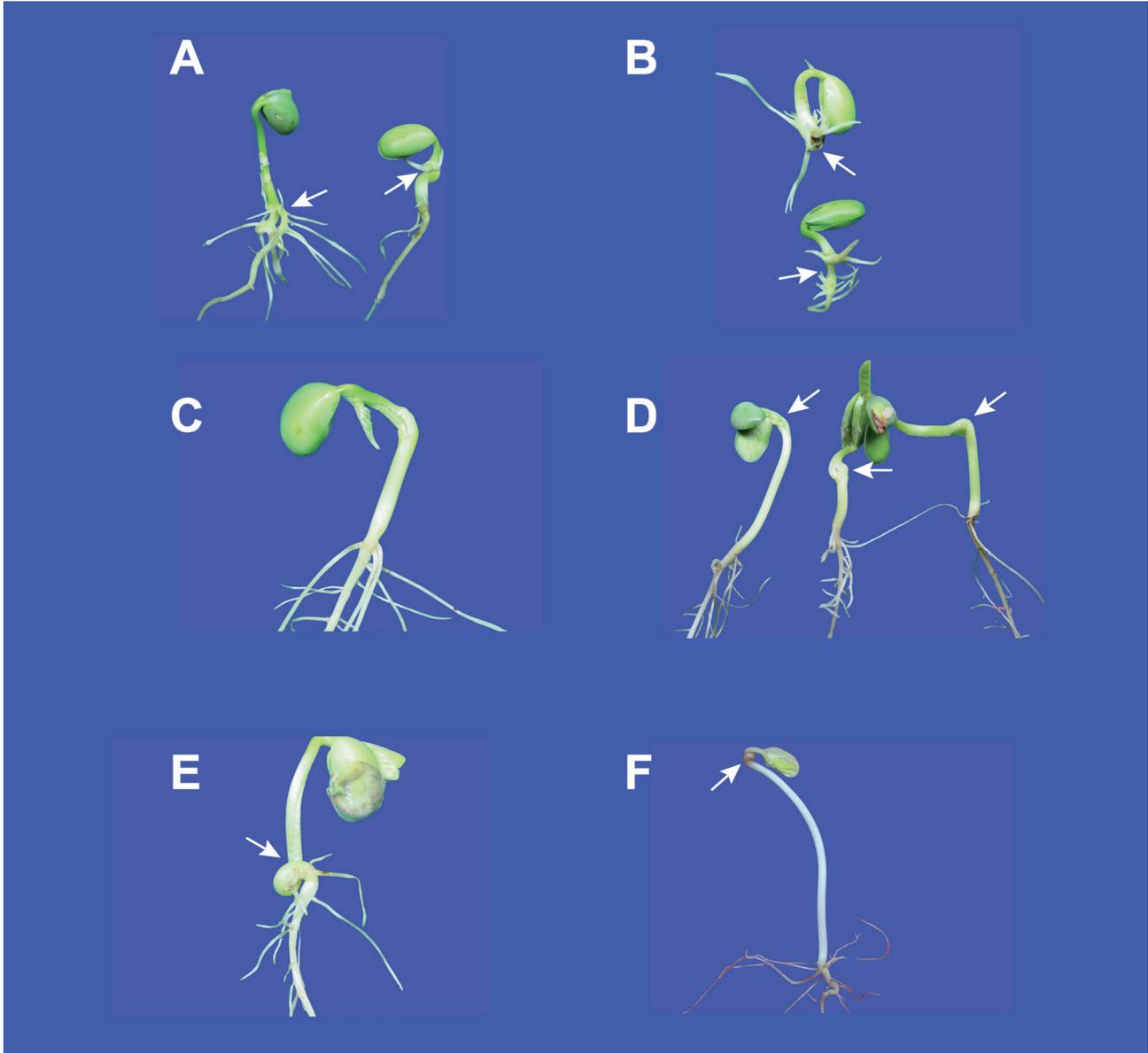


Figura 8. Plântulas anormais de soja com problemas ocorrendo no hipocótilo: (A) e (B) plântulas anormais de soja devido aos danos mecânicos no hipocótilo; (C) e (D) plântulas anormais de soja, devido à lesão no hipocótilo, atingindo os tecidos condutores; (E) plântula anormal de soja, com o hipocótilo retorcido, formando uma espiral completa; (F) plântula anormal de soja, com hipocótilo espiralado, sendo uma plântula que provavelmente não vai emergir em campo, pois não terá condições de romper a camada de solo sobre ela.

Dano por embebição rápida

A semente de soja é higroscópica, portanto, o seu conteúdo de água está em equilíbrio com a umidade relativa do ar do ambiente onde a semente está armazenada. Em períodos em que predominam as condições de baixas umidades relativas do ar é comum o registro de baixos conteúdos de água da semente de soja, muitas vezes inferiores a 10%. Decorrente dessa situação, muitos lotes de sementes podem apresentar baixa porcentagem de germinação em laboratório, quando avaliados pelo teste em rolo de papel, constatando-se altos índices de plântulas anormais, com anormalidades fisiológicas

nas radículas (Figuras 9 e 10). Essas anormalidades podem ser, à primeira vista, confundidas com os sintomas de danos mecânicos, o que, na maioria dos casos, não é confirmado pelo teste de tetrazólio. Quando o teste é realizado em substrato de areia ou terra, observa-se aumento na porcentagem de germinação e conseqüente redução na ocorrência de plântulas anormais, devido à absorção mais lenta da água, durante o processo de embebição. Esse tipo de anormalidade é resultante do processo de embebição rápida, devido ao baixo grau de umidade da semente e à sua alta avidéz por água, devido ao seu alto conteúdo de proteína (França Neto et al., 1993, 1998).

Foto: Osvaldo de Castro Ohlson



Figura 9. Plântulas anormais de soja, com estrangulamento na região de transição do hipocótilo/raiz devido ao dano de embebição rápida.

Fotos: José de Barros França Neto



Figura 10. Plântulas anormais de soja, com sintomas típicos no sistema radicular, devido ao dano por embebição rápida.

O dano por embebição rápida pode também ocorrer nos cotilédones das plântulas de soja, quando o teste de germinação é feito em substrato de

areia ou terra, caracterizado por rupturas nos mesmos, conforme ilustrado na Figura 11.

Foto: José de Barros França Neto



Figura 11. Cotilédones de plântulas de soja com sintomas típicos de rupturas, resultados do dano por embebição rápida das sementes.

Devido a esse problema, foi incluída nas RAS (Brasil, 2009) a Instrução Adicional número 70, com as seguintes orientações: quando as sementes apresentam danos por sensibilidade à embebição rápida, realizar o pré-condicionamento das

sementes em “gerbox” com tela (do tipo utilizado no teste de envelhecimento acelerado, conforme Figura 12), contendo 40 mL de água, pelo período de 16-24 horas a 25 °C. Após o pré-condicionamento, as sementes são semeadas em rolo de papel.

Foto: José de Barros França Neto

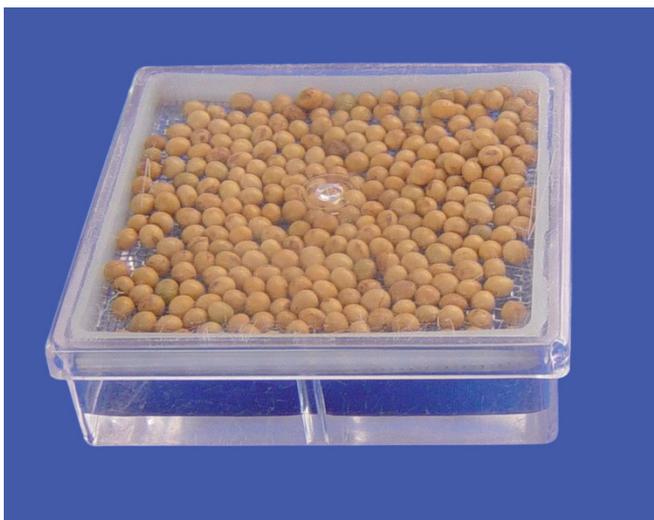


Figura 12. Ilustração do gerbox com telinha utilizado para realizar o pré-condicionamento das sementes de soja, visando superar a ocorrência do dano por embebição rápida.

O pré-condicionamento eleva o conteúdo de água das sementes para índices em que o dano por embebição rápida não mais ocorre, ou seja, acima de 14 a 15%. No teste de tetrazólio esse procedimento também pode ser necessário, quando se detectam danos ocorrendo nas radículas (França Neto;

Krzyzanowski, 2022). A sensibilidade ao dano por embebição rápida varia geneticamente, havendo cultivares que são muito mais sensíveis do que outras (França Neto et al., 1998; Toledo et al., 2010).

Fitotoxicidades

Algumas práticas utilizadas no sistema de produção de sementes, como por exemplo o tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas, além da dessecação em pré-colheita com alguns herbicidas específicos, podem resultar em sintomas de fitotoxicidade às plântulas de soja (Daltro et al., 2010; Toledo et al., 2014; Abati et al., 2020). Segundo França Neto et al. (2000), os efeitos fitotóxicos interferem na fisiologia da semente, reduzindo o percentual de germinação e de emergência de plântulas, podendo causar engrossamento, encurtamento, fissuras longitudinais e rigidez do hipocótilo, atrofia do sistema radicular, curvatura da raiz principal, ausência

ou pouco desenvolvimento de raízes secundárias, retardamento no desenvolvimento e crescimento da parte aérea, fatores esses que podem reduzir o estabelecimento de estande e a produtividade da cultura.

Uma possível fonte de fitotoxicidade na operação do tratamento das sementes de soja refere-se à utilização de produtos em dose acima da recomendada. Além disso, alguns fungicidas são mais fitotóxicos do que outros. Dentre os fungicidas, os triazóis são tidos como passíveis de serem fitotóxicos às plântulas de soja, quando utilizados no tratamento das sementes (Figuras 13 e 14).

Foto: Osvaldo de Castro Ohlson

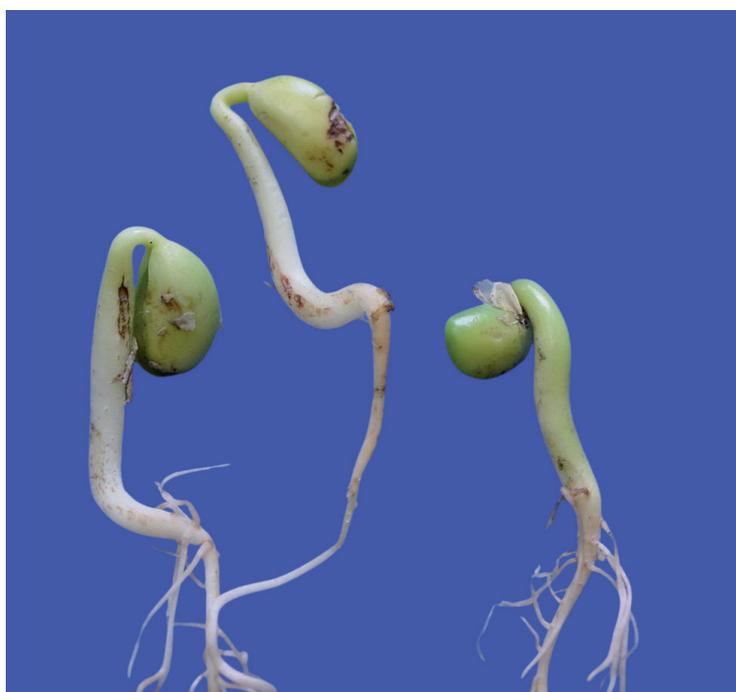


Figura 13. Plântulas anormais de soja, hipocótilo engrossado/raízes secundárias pouco desenvolvidas devido à fitotoxicidade de tratamento da semente com fungicida.

Fonte: França Neto et al. (2000).

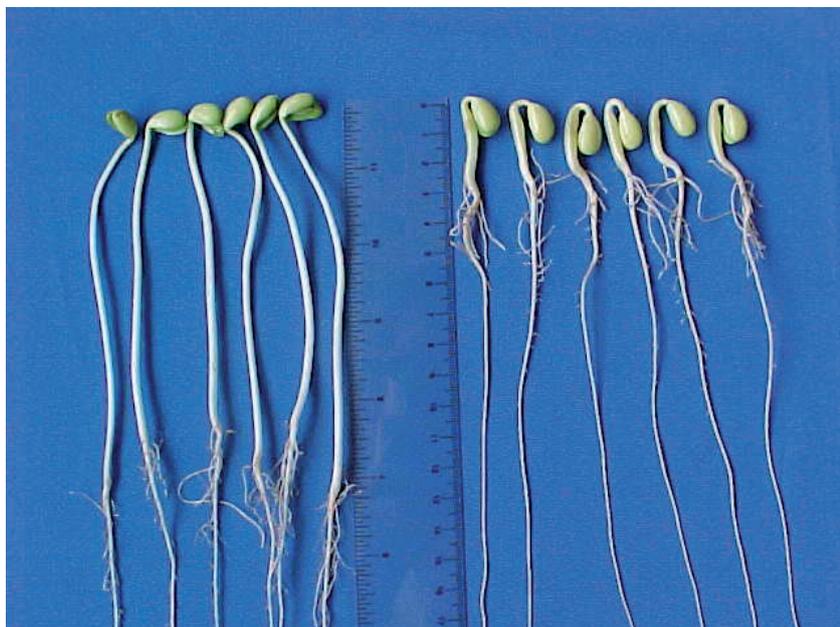


Figura 14. Plântulas de soja produzidas no teste de comprimento de plântula. À esquerda, plântulas bem desenvolvidas, sem apresentar sintomas de fitotoxicidade; à direita, plântulas com sintoma de fitotoxicidade, com severo encurtamento dos hipocótilos, devido ao tratamento das sementes com o fungicida bromuconazole.

Dentre os herbicidas utilizados em pré-colheita, o glifosato é tido como um agente extremamente fitotóxico, podendo resultar em sérios problemas de anormalidade das plântulas de soja, mediante

o severo encurtamento do seu sistema radicular e redução no desenvolvimento de raízes secundárias, conforme ilustrado na Figura 15 (Daltro et al., 2010; Toledo et al., 2012, 2013, 2014).

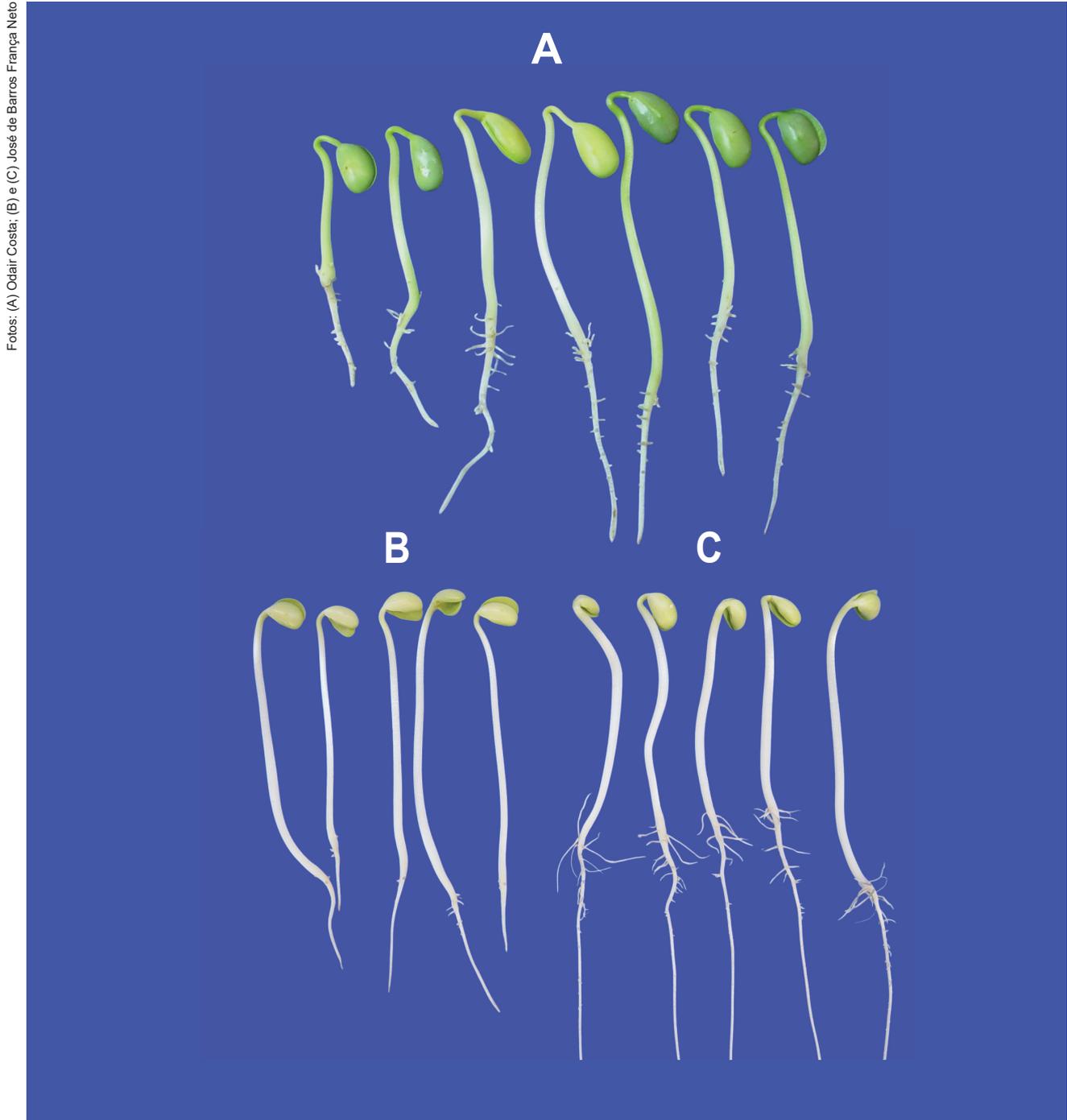


Figura 15. Plântulas de soja com sintomas típicos de fitotoxicidade causada pela exposição das sementes ao herbicida glifosato (A) e (B), comparadas com plântulas normais (C) sem sintomas de fitotoxicidade. Note o efeito fitotóxico na falta de desenvolvimento das raízes secundárias.

É corriqueiro encontrar fitotoxicidade devido à exposição da plântula de soja ao herbicida 2,4 D. Os sintomas podem variar desde um drástico encurtamento e engrossamento dos hipocótilos (Figura

16A) à formação de sistema radicular atrofiado e com curvatura típica de “cabo de guarda-chuva (Figura 16B).

Fotos: José de Barros França Neto.



Figura 16. Plântulas de soja com sintomas de fitotoxicidade causada pela exposição das mesmas ao herbicida 2,4D: (A) plântulas com severo sintoma de encurtamento e engrossamento dos hipocótilos; (B) plântulas com o sistema radicular atrofiado, com curvatura típica de guarda-chuva.

Qualidade sanitária e o desempenho das plântulas

A qualidade sanitária da semente de soja é de fundamental importância, pois afeta negativamente a qualidade fisiológica da semente, bem como a sanidade da lavoura, pois diversos fungos como *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium* spp. (fitopatógenos) e *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp. (fungos de armazenamento), ao infectarem a semente, contribuem para a redução do vigor e da germinação (Henning, 2005).

Principalmente em anos em que predominam as condições de chuvas frequentes em pré-colheita de campos de produção de sementes de soja, é comum a ocorrência de diversos fungos infectando as sementes, principalmente os do complexo *Phomopsis* spp. e *Fusarium pallidoroseum* (syn. *F. semitectum*). Altos índices de sementes infectadas por esses fungos no teste de germinação em rolo de papel resultam em elevado percentual de plântulas anormais infectadas e de sementes mortas, mostrando a presença de micélio branco sobre essas estruturas (Figuras 17 e 18).

Foto: José de Barros França Neto



Figura 17. Teste de germinação em rolo de papel de sementes de soja com elevados índices de infecção por *Phomopsis* spp. e *Fusarium pallidoroseum*, ilustrando altos percentuais de plântulas anormais infectadas e de sementes mortas.

Foto: José de Barros França Neto



Figura 18. Plântulas anormais infectadas e sementes mortas de soja, com a presença de micélio branco, característico dos fungos *Phomopsis* spp. e *Fusarium pallidoroseum*.

Conforme descrito na metodologia do DIACOM (Diagnóstico Completo da Qualidade da Semente de Soja), esse problema não afeta a produção de plântulas normais em substrato de areia (Figura 19) e emergência no campo. Isso quando a semente

possui boa qualidade fisiológica, visto que a plântula emerge, deixando o tegumento contaminado no substrato, não afetando a sanidade da plântula (França Neto; West, 1989; França Neto; Henning, 1992; Henning, 2005).

Foto: José de Barros França Neto



Figura 19. Ilustração de emergência de plântulas em areia provenientes de sementes de soja com elevados índices de infecção por *Phomopsis* spp.

Generalidades

É comum observar diversos outros sintomas que podem afetar o desenvolvimento de plântulas de soja. Como exemplo, a Figura 20 ilustra uma

calosidade e drástica curvatura de hipocótilos, resultantes do uso de atilho elástico com muita pressão, para manter os rolos de germinação unidos, durante a execução do teste de germinação.

Foto: Osvaldo de Castro Ohlson

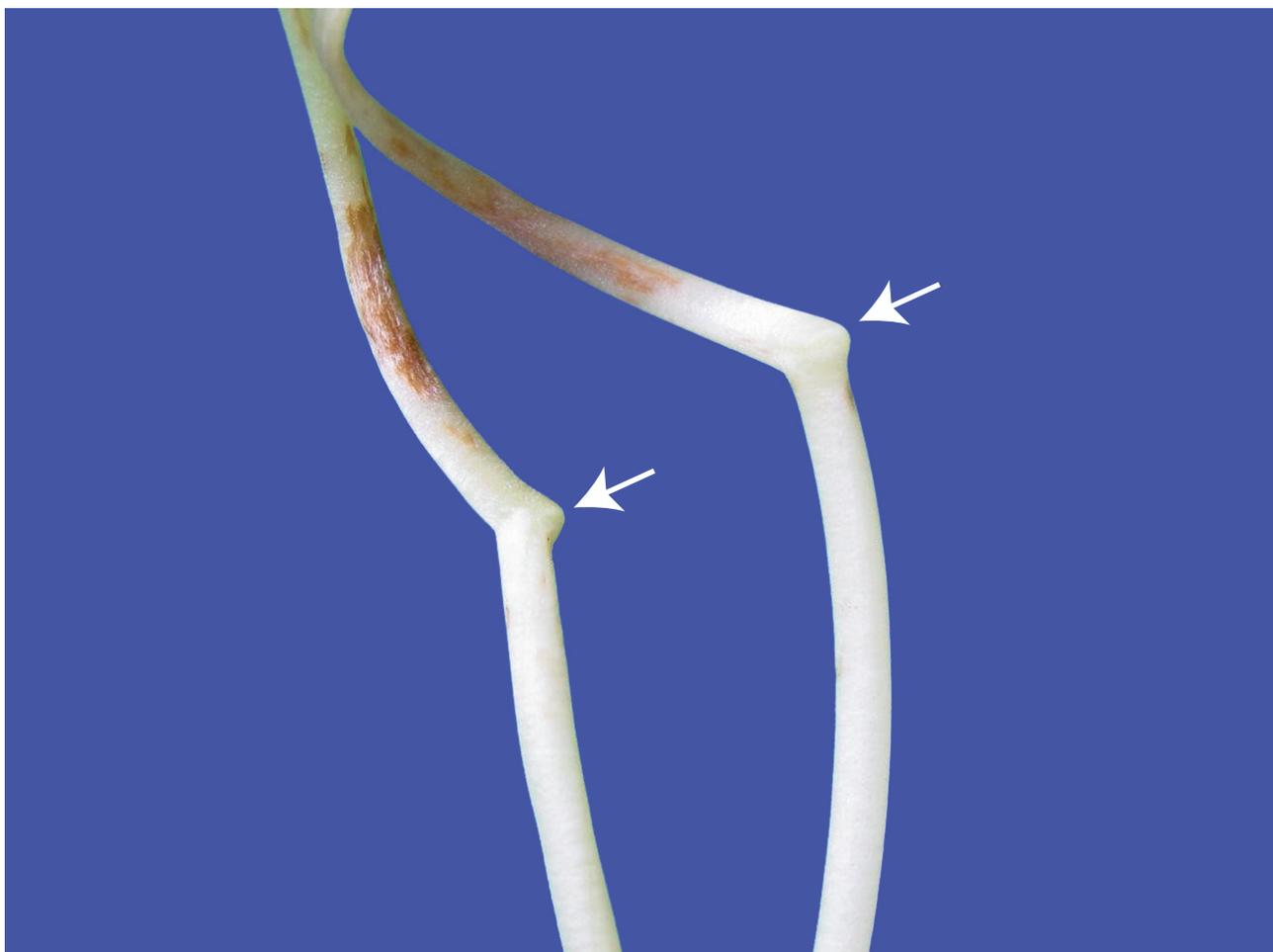


Figura 20. Plântula anormal de soja com dano causado pelo atilho elástico utilizado no rolo de papel para germinação.

Durante a leitura do teste de germinação, muitas vezes encontramos plântulas com três ou mais cotilédones (Figura 21), com hipocótilos múltiplos fundidos (Figura 22), com hipocótilo fendido longitudinalmente (Figura 23), com geotropismo positivo da parte aérea (Figura 24) ou com multibrota-mento na região dos cotilédones (Figura 25).

Foto: Osvaldo de Castro Ohlson



Figura 21. Plântula de soja normal com três cotilédones; o terceiro cotilédone de tamanho reduzido, plúmula não afetada e plântula proporcional como um todo.

Foto: Osvaldo de Castro Ohlson.

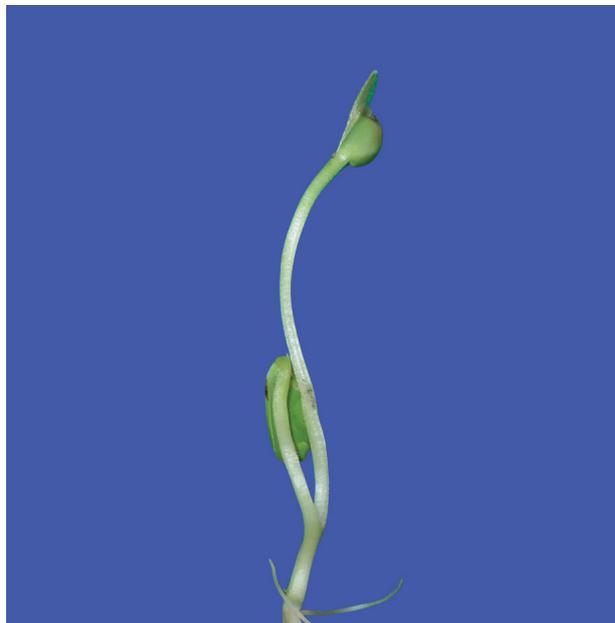


Figura 23. Plântula anormal de soja, com hipocótilo fendido longitudinalmente.

Foto: Osvaldo de Castro Ohlson

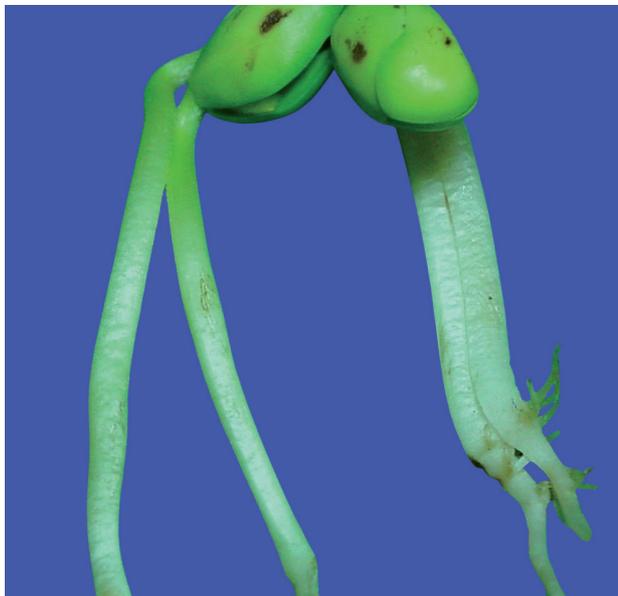


Figura 22. Plântulas anormais de soja com dois hipocótilos, três cotilédones fundidos, impedindo o desenvolvimento da plúmula quando presente.

Foto: Osvaldo de Castro Ohlson.

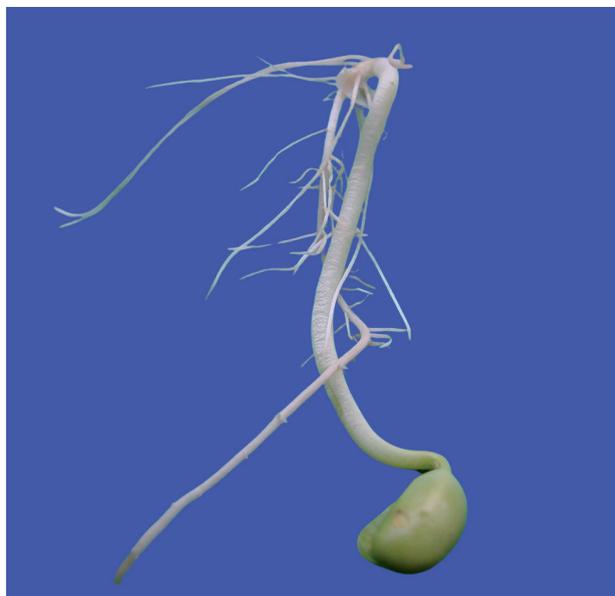
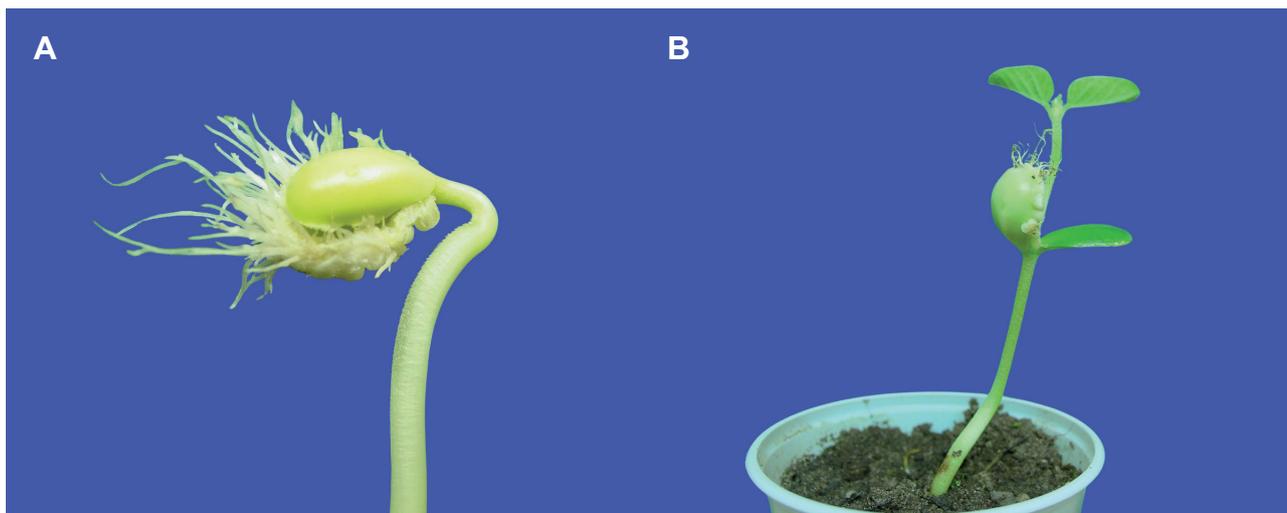


Figura 24. Plântula anormal de soja, com geotropismo positivo da parte aérea; semente que dá origem a uma plântula que não emergirá em campo.



Fotos: Osvaldo de Castro Ohlson.

Figura 25. Plântula normal de soja, (A) ilustrando um multibrotamento em um dos cotilédones, resultante de dano mecânico, que não comprometeu o eixo embrionário; plântula avaliada ao 5º dia em rolo de papel; (B) a mesma plântula transplantada para solo e avaliada no 8º dia; plântula considerada normal pela regra dos 50% dos tecidos de reserva preservados.

Considerações finais

Ao avaliar o teste de germinação em laboratório, é preciso ter em mente que a metodologia que está sendo utilizada é “artificial”, ou seja, bem diferente das condições que ocorrerão a campo. As condições de temperatura, substrato, de quantidade de água, as condições de iluminação, etc., prescritas pelas RAS (Brasil, 2009), são as mais próximas possíveis das ideais para que cada semente possa manifestar seu máximo potencial de germinação.

O desenvolvimento das plântulas muitas vezes sofre influência do substrato utilizado no teste de germinação, podendo alterar a arquitetura das mesmas, ao serem comparadas ao seu desenvolvimento quando o substrato utilizado é areia ou terra, por exemplo. Isso precisa ficar bem claro e a equipe do laboratório (Responsável Técnico e Analistas) precisa conhecer muito bem as estruturas das plântulas da espécie com que estão trabalhando para poderem distinguir com segurança, quando se trata de uma anormalidade da própria semente ou de alterações na estrutura das plântulas que podem estar sendo causadas pelo substrato, principalmente quando o método é o de rolo de papel.

Temperaturas mais baixas, dentro daquelas estabelecidas nas RAS (Brasil, 2009), tendem a apresentar um desenvolvimento mais lento das plântulas, quando comparado ao desenvolvimento sob temperaturas mais elevadas ou alternadas. Nessa situação, pode ser necessário prolongar o teste até o período indicado para a contagem final.

A presença de luz, embora não seja limitante no teste de germinação de sementes de soja, a sua

ausência ou deficiência pode ser um fator dificultador na identificação de anormalidade, notadamente a presença de plântulas cloróticas ou as albinas.

A quantidade e a posição, a alternância nas linhas e a distância entre as sementes durante a instalação do teste de germinação são detalhes que devem ser considerados para que haja espaço para o desenvolvimento das plântulas sem grandes alterações na sua arquitetura, fraturas, engrossamento de hipocótilo, curvaturas, além da contaminação por patógenos presentes em alguma semente.

A distribuição das sementes que parece perfeita sobre o papel, ao confeccionar o rolo de papel, tende a se agrupar na parte de baixo do mesmo, onde se faz a dobra do papel para que as sementes não caiam, criando condições para que as sementes fiquem agrupadas e não tenham o espaço necessário para se desenvolverem. Caso isso venha a ocorrer, plântulas com engrossamento no hipocótilo, hipocótilo retorcido e fraturas, poderão ser verificadas, o que dificultará a avaliação do teste.

É também de suma importância que os germinadores, as caixas plásticas de germinação, os substratos e todos os utensílios utilizados para a realização do teste de germinação sejam livres de infecção por microrganismos, mantidos limpos e desinfetados, para evitar a ocorrência de contaminação nos testes. Os germinadores merecem especial atenção, devendo ser lavados com água e sabão e desinfetados, conforme orientações contidas na RAS (Brasil, 2009). É recomendável que a assepsia dos mesmos seja efetuada logo após o uso, ocasião em que também se procede à substituição da

água mantida no fundo dos germinadores do tipo Mangelsdorf.

O constante treinamento dos profissionais dos laboratórios de análise de sementes, o monitoramento das condições operacionais de temperatura de germinadores e umidade do substrato são condições indispensáveis para o sucesso da interpretação do teste de germinação.

Referências

- ABATI, J.; BRZEZINSKI, C. R.; BERTUZZI, E. C.; HENNING, F. A.; ZUCARELI, C. Physiological response of soybean seeds to spray volumes of industrial chemical treatment and storage in different environments. **Journal of Seed Science**, v. 42, e202042002, 2020. 12 p. DOI:10.1590/2317-1545v42221062.
- AOSA - Association of Official Seed Analysts. **Seedling evaluation handbook**. Washington, 1992. 101 p. (Contribution, nº 35).
- BLACK, M.; BEWLEY, J. D.; HALMER, P. **The encyclopedia of seeds: science, technology and uses**. Wallingford: CAB International, 2006. 828 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Acesso em: 22 maio. 2024.
- DALTRO, E. M. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; FRANÇA NETO, J. B.; GUIMARÃES, S. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010. DOI: 10.1590/S0101-31222010000100013
- FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **DIACOM: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 22 p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 10).
- FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T. **Caracterização dos problemas de fitotoxicidade de plântulas de soja devido ao tratamento de sementes com fungicida Rhodiauram 500 SC, na safra 2000/01**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 24 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 27).
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, 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.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Dano de embebição: um problema comum no teste padrão de germinação de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, v. 3, n. 2, p. 10, 1993. Disponível em: https://www.conferencebr.com/conteudo/biblioteca/012_1993v3-n2-1643664732.pdf. Acesso em: 22 maio. 2024.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. **Suscetibilidade das principais cultivares de soja utilizadas no Brasil ao dano de embebição no teste de germinação**. Londrina: Embrapa Soja, 1998. 10 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 60).
- FRANÇA NETO, J. B.; WEST, S. H. Problems in evaluating viability of soybean seed infected with *Phomopsis* spp. **Journal of Seed Technology**, v. 13, n. 2, p. 122-135, 1989. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/23432988>. Acesso em: 22 maio. 2024.
- HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; GOMES JUNIOR, F. G.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2020. p. 79-140.
- TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; BENETT, M. A.; FRANÇA NETO, J. B. Minimized phytotoxic effects of pre-harvest desiccation with glyphosate in soybean seeds. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 4, p. 303-310, 2013. DOI: 10.4322/rca.2013.046.
- TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; FRANÇA NETO, J. B. Qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em duas épocas após dessecação com glyphosate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 134-142, 2012. DOI:10.1590/S0101-31222012000100017.
- TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; FRANÇA NETO, J. B.; NAKAGAWA, J. Imbibition damage in soybean seeds as affected by initial moisture content, cultivar and production location. **Seed Science and Technology**, v. 38, p. 399-408, 2010. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/contentone/ista/sst/2010/00000038/00000002/art00013>. Acesso em: 22 maio. 2024.
- TOLEDO, M. Z.; ISHIZUKA, M. S.; CAVARIANI, C.; FRANÇA NETO, J. B.; PICOLI, L. B. Pre-harvest desiccation with glyphosate and quality of stored soybean seeds. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 765-774, DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n2p765.

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta
Caixa Postal: 4006 | CEP 86085-981 | Londrina, PR
(43) 3371-6000 | www.embrapa.br/soja | www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Adeney de Freitas Bueno*

Secretária-executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Fernando Augusto Henning, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Comunicado Técnico 113

ISSN 2176-2899

Junho, 2024

Edição executiva: *Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Revisão de texto: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*
(CRB- 9/1188)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*

Publicação digital: PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA



Todos os direitos reservados à Embrapa.