TEOR DE UMIDADE E VIABILIDADE DE SEMENTES DE MILHO E DE FEIJÃO APÓS O *PRIMING E SECAGEM*

Ingrid Belchior dos Santos Silva, Maria Clara Pereira Amorim, Maria Augusta Andrade, João de Paula Monteiro de Castro, Lucas Santos Castiglioni, Liana Hilda Golin Mengarda

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias, Alto Universitário, s/n, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, ingrid.b.silva@edu.ufes.br; maria.c.amorim@edu.ufes.br; maria.andrade.39@edu.ufes.br , joao.m.castro@edu.ufes.br; lucas.castiglioni@edu.ufes.br; liana.mengarda@ufes.br

Resumo

Objetivou-se caracterizar o teor de umidade e a viabilidade das sementes submetidas ao tratamento de condicionamento (*priming*) com posterior secagem em sementes de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). As sementes foram caracterizadas quanto ao Peso de Mil Sementes (PMS), à Massa Seca (MSSe), à Condutividade Elétrica (CE) e ao Teor de Umidade Inicial (U%). As sementes foram submetidas ao *priming*, sendo o teor de água avaliado ao final do tratamento e durante a secagem, nos períodos de 24 h e 48 h. Em seguida, foram submetidas ao teste de germinação. O teor inicial de água das sementes foi de 8,54% para o milho e 9,92% para o feijão. O *priming* em água por 6 horas elevou a umidade para 28,77% no milho e 53,97% no feijão. A secagem por 48 horas restabeleceu teores de umidade seguros nas sementes (7,85% para milho e 6,97% para feijão), sem comprometer sua viabilidade. Após o *priming* seguido de secagem, o milho apresentou 76% de germinação, enquanto o feijão apresentou 63%. Conclui-se que o protocolo de *priming* e secagem foi eficiente para restabelecer níveis seguros de umidade nas sementes, o que possibilitaria o armazenamento até o momento do plantio.
Palavras-chave: Condicionamento de sementes. Embebição. *Phaseolus vulgaris L. Zea mays L.*

Área do Conhecimento: 5.01.03.06-7 Fisiologia de Plantas Cultivadas

Introdução

Culturas como milho e feijão desempenham um papel importante na agricultura e na segurança alimentar. Contudo, a obtenção de plantações uniformes e de alto rendimento é frequentemente limitada por estresses bióticos e abióticos que acometem o solo no momento da semeadura, os quais podem reduzir o vigor e a taxa de germinação do lote de sementes. Para mitigar os efeitos ambientais adversos, técnicas como o condicionamento fisiológico de sementes (*priming*) têm sido empregadas com o objetivo de conferir maior vigor e resistência às sementes em condições de campo (Ferreira et al., 2022).

O *priming* possibilita o avanço controlado dos mecanismos pré-germinativos nas Fases I e II da absorção hídrica, mantendo a hidratação dentro dessa janela pré-germinativa e interrompendo-a antes que ocorra o alongamento radicular (Fase III). Dessa forma, a semente preserva a sua tolerância à dessecação (Ferreira et al., 2022). Assim, espera-se a manutenção das sementes em condições adequadas para a secagem subsequente e o retorno a teores hídricos seguros, sem comprometer a viabilidade, possibilitando o armazenamento até o momento do plantio.

A utilização do período de 6 horas de condicionamento hídrico foi fundamentada nos padrões de absorção de água anteriormente definidos para as sementes de feijão, cultivar Serrano (*Phaseolus vulgaris*) e de milho, cultivar Imperador (*Zea mays*) (Andrade et al., 2024a; Andrade et al., 2024b). Esse período de embebição assegura a reativação metabólica e a ocorrência de processos de reparo tecidual pré-germinativos, sem permitir a progressão para a Fase III, caracterizada pela protrusão radicular, preservando, assim, a tolerância das sementes à dessecação.

Além disso, o sucesso do condicionamento hídrico seguido de desidratação depende diretamente das características físicas e do grau de integridade estrutural inicial de cada lote. Parâmetros físicos e fisiológicos como o Peso de Mil Sementes (PMS), a Massa Seca (MSSe) e a Condutividade Elétrica

(CE) podem fornecer informações sobre a integridade e a organização das membranas celulares e, portanto, devem ser avaliados.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar o teor de umidade e a germinação de sementes de milho (*Zea mays L.*) e feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) submetidas ao tratamento de *hydropriming* por 6 horas com posterior secagem por 24 e 48 horas.

Metodologia

As análises foram conduzidas em Laboratórios do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAE-UFES), em Alegre-ES. Foram utilizadas sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) do grupo comercial preto, cultivar EMCAPA 040, e milho (*Zea mays L.*), cultivar Imperador, caracterizadas quanto à qualidade física e fisiológica, obtidas em agosto de 2023. O teste de germinação dos lotes de sementes recém-colhidas apontou porcentagem de germinação de 92%± 3,65% para o milho e de 96% ± 2,45% para o feijão. As sementes permaneceram armazenadas a 10ºC até o início das avaliações, em janeiro de 2024.

Foram avaliados: a) Peso de mil sementes (PMS): determinado com base em oito repetições de 100 sementes, pesadas em balança com precisão de 0,001 g. O valor final foi obtido multiplicando-se a média do peso das repetições por 10, conforme metodologia descrita por Brasil (2024). b) Massa seca média das sementes (MSSe): obtida após secagem em estufa de circulação de ar a 65 ºC por 72 horas. c) Condutividade elétrica (CE) da solução de embebição de sementes: foram utilizadas 4 repetições com 20 gramas das sementes, acondicionadas em copos descartáveis de 200 ml, contendo aproximadamente 75 ml de água destilada. A mistura foi agitada a cada 30 minutos durante um período de 6 horas. A CE da solução foi realizada com o condutivímetro Simpla EC 150, e os resultados expressos em µS cm^{-1}. d) Umidade das sementes: foram determinados o teor de umidade inicial, o teor de umidade após o *priming* (6 horas de condicionamento em água), o teor de umidade após 24 horas de secagem e o teor de umidade final, após 48 horas de secagem. Para a determinação da umidade, foram utilizadas 25 sementes por amostra, submetidas à secagem em estufa a 105°C por um período de 24 horas. Após a secagem, as amostras foram novamente pesadas e a umidade foi calculada com base na Equação 1:

$$\%U = \frac{100(P-p)}{P-t}$$

Em que: P = peso inicial (recipiente + tampa + sementes úmidas); p = peso final (recipiente + tampa + sementes secas); t = tara (peso do recipiente com tampa).

O tratamento de condicionamento (*priming*) consistiu na embebição das sementes em água (*hydropriming*). As sementes foram acondicionadas em béqueres contendo água e mantidas sob agitação a 270 rpm, à temperatura de 25 °C, durante 6 horas. Para a secagem, as sementes foram dispostas sobre papel-filtro, em bancada, sob temperatura constante de 25 °C, durante 48 horas.

Após a secagem, foi realizado o teste de germinação em rolos de papel, conforme Brasil (2024). Foram utilizadas 100 sementes, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes. Os rolos foram confeccionados com três folhas sobrepostas de papel tipo Germitest, umedecidas com volume de água correspondente a três vezes a massa do substrato seco. Em seguida, os rolos foram dispostos verticalmente em béqueres, envolvidos em plástico para reduzir a perda de umidade, e mantidos em câmara tipo BOD regulada a 25 °C.

A germinação, considerada a partir da observação da protrusão da raiz, foi avaliada diariamente durante nove dias para as sementes de feijão e sete dias para as sementes de milho. Ao final do período, foi determinada a porcentagem de germinação.

Resultados

As sementes de milho apresentaram PMS de 254,97 g, MSSe de 227,22 mg e CE de 167,33 µS cm^{-1}. O feijão registrou PMS de 202,38 g, MSSe de 181,68 mg e CE de 1424,25 µS cm^{-1} (Tabela 1).

Inicialmente, as sementes apresentaram teores de água de 8,54% para o milho e 9,92% para o feijão. Após o *priming* (6 horas de embebição), a umidade elevou-se para 28,77% no milho e 53,97% no feijão. Após 24 h de secagem, os teores de água foram reduzidos para 10,08% no milho e 11,46%

no feijão. Ao final de 48 horas de secagem, os teores de água foram de 7,85% e 6,97%, respectivamente. Após o tratamento de *priming* seguido de secagem, 76% das sementes de milho e 63% das sementes de feijão germinaram.

Tabela 1. Caracterização física das sementes de milho (*Zea mays L.*), e de feijão (*P. vulgaris* L.).

Característica	**Milho**	**Feijão**
PMS (g)	254,97±2,21	202,38±1,64
MSSe (mg)	227,22±4,48	181,68±4,93
CE (µS cm^{-1})	167,33±11,48	1424,25±280,04
Umidade inicial (%)	8,54±0,02	9,92±0,03
Umidade 6 h (%)	28,77±1,04	53,97±1,83
Umidade 24 h (%)	10,08±0,64	11,46±0,74
Umidade 48 h (%)	7,85±1,37	6,97±1,43
Germinação (%)	76± 4,32	88± 2,83

Fonte: Próprios autores. Valores expressos como média ± erro padrão da média. PMS: Peso de Mil Sementes (g); MSSe: Massa Seca de Sementes (mg); CE: Condutividade Elétrica (µS cm^{-1}). A umidade inicial refere-se às sementes antes de serem submetidas ao tratamento de *priming*. As umidades de 6 h, 24 h e 48 h referem-se ao teor de água das sementes após 6 de *priming;* e após 24 e 48 horas de secagem sobre papel-filtro, em bancada a sombra, a 25 ºC, respectivamente.

Discussão

A baixa condutividade elétrica observada nas sementes de milho no presente estudo (167,33 em 20 gramas de sementes, ou aproximadamente 8,37 µS·cm^{-1}·g^{-1}) contrasta com os achados de Pontes (2022) em *Zea mays*, cujos valores de CE variaram entre 18,8 e 36,7 µS·cm^{-1}·g^{-1}. Segundo o autor, o período de 6 horas de embebição é suficiente para a discriminação do vigor dos lotes, estando os menores valores de CE associados à reorganização mais eficiente das membranas celulares e à menor lixiviação de solutos para a solução.Nas sementes de feijão o valor de CE (1424,25 µS·cm^{-1}) está em concordância com os resultados de Lima et al. (2025), os quais observaram valores de até 1762,59 µS·cm^{-1}. Os autores destacam que o teste de condutividade elétrica permite avaliar a integridade das membranas celulares, sendo maiores valores de CE geralmente associados à maior lixiviação de solutos e ao menor vigor dos lotes de *Phaseolus vulgaris.*

A intensa absorção de água verificada durante as 6 horas de condicionamento hídrico, atingindo 28,77% no milho e 53,97% no feijão, é esperada durante as fases iniciais da germinação, considerando o padrão trifásico de embebição (Andrade el al., 2024 a; b). Ao estabelecer o período de hidratação controlada em 6 horas, o protocolo manteve as sementes entre a Fases I e II da germinação; esta etapa é caracterizada pelos eventos de absorção de água, reativação metabólica e ocorrência de processos de reparo tecidual pré-germinativos.

De acordo com o padrão de absorção de água em sementes de milho observado por Andrade et al. (2024b), determinado em rolos de papel (Brasil, 2024), após 6 horas as sementes atingiram 21,7% de umidade, enquanto a germinação *sensu stricto* ocorre com aproximadamente 55–69% de água. Para o feijão, o teor de água alcançado em 6 horas foi de 31,3%, enquanto a germinação *sensu stricto* ocorreu entre 60–72% (Andrade et al., 2024 a; b). No presente estudo, a metodologia de *priming* aplicada consistiu na imersão em água sob agitação durante 6 horas, resultando num teor de umidade de 28,77% para o milho, teor próximo ao observado na embebição em rolo de papel por

Andrade et al. (2024b), que foi de 21,7%. Já para o feijão, o teor de umidade às 6 horas foi superior (53,97%) se comparado ao teor obtido na embebição em rolo de papel (31,3%) por Andrade et al. (2024a); ainda assim, permaneceu abaixo da faixa estimada para o início da Fase III da germinação, a qual seria entre 60 e 72% (Andrade et al., 2024a).

O controle da hidratação no período pré-germinativo é importante para preservar a tolerância das sementes à dessecação durante a secagem pós-*priming*. Nesse contexto, Caçula et al. (2022) constataram que a interrupção da embebição nas fases iniciais, mesmo quando seguida do processo de secagem, não compromete os efeitos benéficos do hidrocondicionamento nem reduz a viabilidade germinativa de sementes de leguminosas. Do mesmo modo, a aplicação do *hydropriming* como técnica de pré-embebição controlada em milho pode favorecer a reativação celular e a uniformidade da germinação durante o período anterior à emissão radicular (Alencar, 2026).

Durante o processo de secagem por 48 horas em 25°C, as sementes desidrataram gradualmente, atingindo teores de umidade de 7,85% no milho e 6,97% no feijão. Esses valores indicam o restabelecimento de condições adequadas para o armazenamento das sementes. A eficiência dessa dessecação gradual em temperatura ambiente é respaldada por Assis (2020), o qual ressalta que taxas moderadas de desidratação podem prevenir a ocorrência de danos térmicos e estruturais às membranas celulares, possibilitando a redução controlada da umidade e contribuindo para a conservação das sementes durante o armazenamento.

Dessa forma, o hidrocondicionamento por 6 horas, seguido da secagem sobre papel à 25ºC, durante 48 horas, mostrou-se adequado para promover o reajuste hídrico de lotes de sementes de milho e feijão avaliados. Embora os valores de germinação após o tratamento devam ser considerados na avaliação da viabilidade dos lotes, o *priming* pode apresentar benefícios relacionados ao desempenho das sementes, especialmente durante a germinação sob condições ambientais adversas (Ferreira et al., 2022).

Conclusão

O *priming* de sementes de milho e de feijão em água por 6 horas retém as sementes na janela pré-germinativa (Fases I e II da germinação). A secagem por 48 horas é eficiente a fim de restabelecer os teores de umidade seguros, sendo 7,85% para o milho, e 6,97% para o feijão, o que possibilitaria o armazenamento até o momento do plantio sem perda de viabilidade.

Referências

ALENCAR, K. C. Efeito do hidropriming na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de milho (*Zea mays L.*) sob diferentes disponibilidades hídricas. 2026. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – **Pontifícia Universidade Católica de Goiás**, Goiânia, 2026.

ANDRADE, M. A.; et al. PADRÃO DE EMBEBIÇÃO E TEMPO PARA O PRIMING DE SEMENTES DE FEIJÃO. In: **IV Encontro Nacional de Extensão Universitária** - Universidade do Vale do Paraíba 2024, 2024. INIC 2024. Educação: ferramenta essencial para um mundo justo, sustentável e incluso, 2024 a.

ANDRADE, M. A.; et al. PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA DE SEMENTES DE MILHO IMPERADOR. In: **IV Encontro Nacional de Extensão Universitária** - Universidade do Vale do Paraíba 2024, 2024. INIC 2024. Educação: ferramenta essencial para um mundo justo, sustentável e incluso. 2024 b.

ASSIS, M. O. Colheita, secagem e armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. 2020. 122 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2020.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Pecuária. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Regras para Análise de Sementes. Brasília: Mapa/SDA, 2024.

CAÇULA, B. T. S.; SILVA, M. A. D.; SILVA, J. N.; BEZERRA, L. A. Potencial germinativo de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, após condicionamento fisiológico. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 7, n. 1, p. 90-105, 2022

FERREIRA, T. C., & PEREZ-MARIN, A. M. (2022). PRIMING EM SEMENTES: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA CONCISA E ATUALIZADA. **Biofix Scientific Journal**, 7(1), 27–36. https://doi.org/10.5380/biofix.v7i1.81337

LIMA, E. S.; OLIVEIRA, A. S.; ALMEIDA, T. T.; SILVA FILHO, P.; SANTOS, M. L. Condutividade elétrica como ferramenta para avaliação de feijões especiais. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 6, n. 1, p. 27-46, 2025.

PONTES, B. S. Ajuste metodológico dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica para sementes de milho de pipoca. 2022. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – **Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia**, Uberlândia, 2022.

Agradecimentos

À UFES, à FAPES e ao CNPq pelo apoio institucional e financeiro; aos laboratórios do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento do CCAE – UFES.