

INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EMBEBIÇÃO EM SOLUÇÃO ÁCIDA E ALCALINA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO

Samuel Ferreira Ribeiro, Gustavo de Freitas Mafort, Ariana Elisa Rodrigues Marteline, Sávio José Souza Salazar, Glaucio Luciano Araujo, Wagner Nunes Rodrigues.

Centro Universitário UNIFACIG, Campus Alfa Sul, Rua Darcy César de Oliveira Leite, 600, Alfa Sul - 36904-219 - Manhuaçu-MG, Brasil, 2210064@sempre.unifacig.edu.br, 2210274@sempre.unifacig.edu.br, 2210488@sempre.unifacig.edu.br, 2010145@sempre.unifacig.edu.br, agronomia@sempre.unifacig.edu.br, wagner.nunes@sempre.unifacig.edu.br.

Resumo

Esse trabalho foi realizado com o objetivo de estudar possíveis influências da qualidade da água, em relação ao seu pH, na germinação de sementes de feijão. O experimento seguiu um esquema fatorial de 2x5, sendo analisadas duas soluções aquosas, sendo uma ácida e outra alcalina, e cinco tempos de embebição diferentes. Amostras de sementes foram embebidas com as soluções por diferentes intervalos de tempo. Após a embebição, elas foram armazenadas em câmara de germinação por 5 dias. Analisaram-se a biomassa, a porcentagem de germinação e o comprimento de radículas. Os resultados mostraram que é necessário se atentar para a qualidade da água usada nas práticas agrícolas, seja a água utilizada na irrigação ou usada para a composição de soluções usadas no tratamento das sementes. O efeito do uso da água de baixa qualidade, pela alteração do pH, fica evidenciado pela limitação da germinação das sementes, já que o aumento do tempo de embebição se acompanha de menores taxas de germinação. A condição ácida se apresenta mais limitante ao desenvolvimento das radículas do que a alcalina, indicando uma maior sensibilidade a condições de embebição com soluções de acidez elevada.

Palavras-chave: água, pH, *Phaseolus vulgaris*, biomassa.

Área do Conhecimento: Agronomia.

Introdução

O feijão é uma leguminosa de extrema importância na vida dos brasileiros, porque é parte fundamental de nossa dieta desde o século XIX. Além dessa importância, vemos também que o feijão se apresenta como um grande produto da agricultura no Brasil, no período de 1994 até 2001, foi gerado um PIB de 4,2 milhões de reais, que significava, na época, cerca de 0,39% do PIB nacional (Ferreira; Peloso; Faria, 2002).

Como o início do processo de germinação do feijão é um processo relativamente rápido, após a semeadura e na presença de umidade, as sementes absorvem água e seus processos metabólicos se desencadeiam (Taiz *et al.*, 2017). Dessa forma, a qualidade da água que entra em contato com as sementes durante esse período inicial pode influenciar o processo de germinação (Marteline *et al.*, 2024).

A água é outro recurso fundamental para a agricultura, desempenhando um papel essencial no crescimento e na produtividade que as plantas podem atingir. Devido à sua natureza como solvente universal, a água pode conter uma ampla gama de substâncias, cuja presença e concentração variam consideravelmente. De acordo com Brito e Andrade (2010), a qualidade da água pode ser influenciada por diversos fatores, como o tipo de soluto, a concentração, a salinidade, o pH e a presença de contaminantes como metais pesados, substâncias tóxicas e microrganismos. Esses fatores podem afetar significativamente o desenvolvimento das plantas, tornando a gestão adequada da qualidade da água crucial para práticas agrícolas bem-sucedidas.

O pH é um fator crucial na germinação de sementes, pois afeta a disponibilidade de nutrientes essenciais e modula a atividade das enzimas (Souza; Miranda; Oliveira, 2007). Uma condição muito ácida ou muito alcalina pode dificultar a absorção de nutrientes, prejudicando o desenvolvimento inicial

das plantas. Portanto, manter um pH equilibrado é vital para garantir uma germinação saudável e o bom desenvolvimento das sementes.

Além disso, pesquisas científicas têm indicado que o tratamento das sementes por embebição em soluções aquosas pode influenciar o processo de germinação. Ferreira, Fogaça e Moro (2001) evidenciam que esses tratamentos podem acelerar a germinação das sementes. No entanto, o impacto específico da qualidade da água, em termos de acidez, utilizada na embebição ainda representa uma área relevante de investigação, conforme relatado por Wagner Júnior *et al.* (2006b). Compreender esses efeitos é vital para aprimorar as práticas de cultivo e assegurar a eficácia das estratégias agrícolas.

Esse trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do tempo de embebição em soluções aquosas de diferentes potenciais hidrogeniônicos, de caráter ácido ou alcalino, sobre a germinação de sementes de feijão.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios do Centro Universitário UNIFAGIC, situados no *campus* Alfa Sul, em Manhuaçu-MG. O experimento seguiu esquema fatorial 2x5, com duas condições de potencial hidrogeniônico da solução aquosa e cinco tempos de embebição. Foram empregadas três repetições, cada uma composta por amostras de 20 sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), e os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso.

Os dois níveis de potencial hidrogeniônico (pH) foram formados com emprego de uma solução ácida e uma solução alcalina. A solução ácida foi preparada com adição de ácido etanóico (CH_3COOH) à água destilada, até o nível de pH de 4,5. A solução alcalina foi preparada com hidróxido de sódio (NaOH) à água destilada, até o nível de pH de 9,5; ambos determinados com auxílio de um pHmetro digital de bancada. As soluções foram usadas para preencher beakers de 500 mL de volume, preparados para receber as amostras de sementes durante a embebição.

Amostras de 20 sementes de feijão foram separadas, padronizadas por apresentarem tamanho e aspecto semelhantes, e embebidas na solução ácida ou na solução alcalina, de acordo com o respectivo tratamento, aleatoriamente escolhido para cada amostra, por períodos de tempo de 0, 2, 5, 10 e 20 minutos.

Após a embebição, as amostras de sementes foram acondicionadas em rolos de papel germitest, os quais foram umedecidos e depositados em beakers parcialmente preenchidos com água destilada. O teste foi realizado em câmara de germinação (tipo B.O.D.), mantidas a 25°C de temperatura e submetidas a fotoperíodo com 24 horas de luz. A reposição da água nos beakers foi realizada conforme necessário ao longo da condução do experimento.

Após 5 dias nas câmaras de germinação, foram determinadas a porcentagem de germinação, a biomassa fresca e o comprimento médio da radícula. A porcentagem de germinação foi resultado da quantidade de sementes consideradas germinadas, de acordo com os critérios descritos por Brasil (2009), em relação a quantidade inicial de sementes da amostra, expressa em porcentagem. A biomassa fresca foi determinada com uso de balança analítica eletrônica (precisão de 0,001 g). O comprimento médio de radículas foi mensurado com paquímetro digital (precisão de 0,1 mm), sendo expresso como média de comprimento das sementes germinadas em cada amostra.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e, de acordo com a significância dos fatores e da interação, as médias foram comparadas empregando o teste de Tukey ou análise de regressão, levando em consideração a natureza das variáveis. As análises estatísticas foram realizadas considerando o limite de 5% de probabilidade e foram executadas com auxílio do programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados

Os resultados das análises de variância para cada variável são apresentados na Tabela 1. A porcentagem de germinação foi significativamente influenciada pela condição da solução (ácida e alcalina) e pelo tempo de embebição, sem ocorrer interação entre esses fatores. Não se observou efeito das fontes de variação sobre as médias de biomassa fresca das sementes germinadas. Notou-se a ocorrência de interação significativa entre as fontes de variação apenas para o comprimento de radícula.

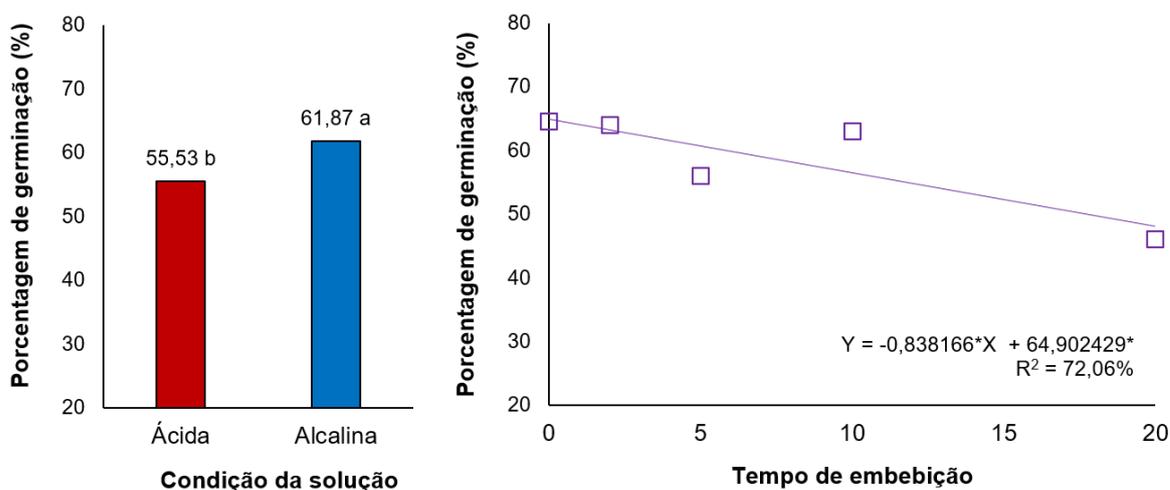
Tabela 1 - Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação, biomassa fresca e comprimento da radícula obtidas de sementes de feijão sujeitas a diferentes tempos de embebição com soluções de caráter ácido e alcalino (5 dias após a embebição).

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios		
		Porcentagem de germinação	Biomassa fresca	Comprimento da radícula
Condição da solução (C)	1	300,83*	1,20 ^{ns}	910,13*
Tempo de embebição (T)	4	373,20*	2,06 ^{ns}	126,66*
Interação (C×T)	4	112,33 ^{ns}	1,49 ^{ns}	57,27*
Resíduo	20	57,67	0,75	14,13

^{ns}Não significativo; *Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F. Fonte: os autores.

A média de porcentagem de germinação das sementes sujeitas a embebição com solução ácida foi inferior àquela observada com a solução alcalina. O tempo de embebição, independentemente do tipo de solução, causou efeito linear decrescente sobre a porcentagem de germinação das sementes, ocorrendo ajuste a um modelo de regressão linear de primeiro grau (Figura 1).

Figura 1 - Porcentagem de germinação de sementes de feijão submetidas a embebição com soluções de diferentes condições de potencial hidrogeniônico (à esquerda), e por diferentes tempos (à direita), aos 5 dias após a embebição.

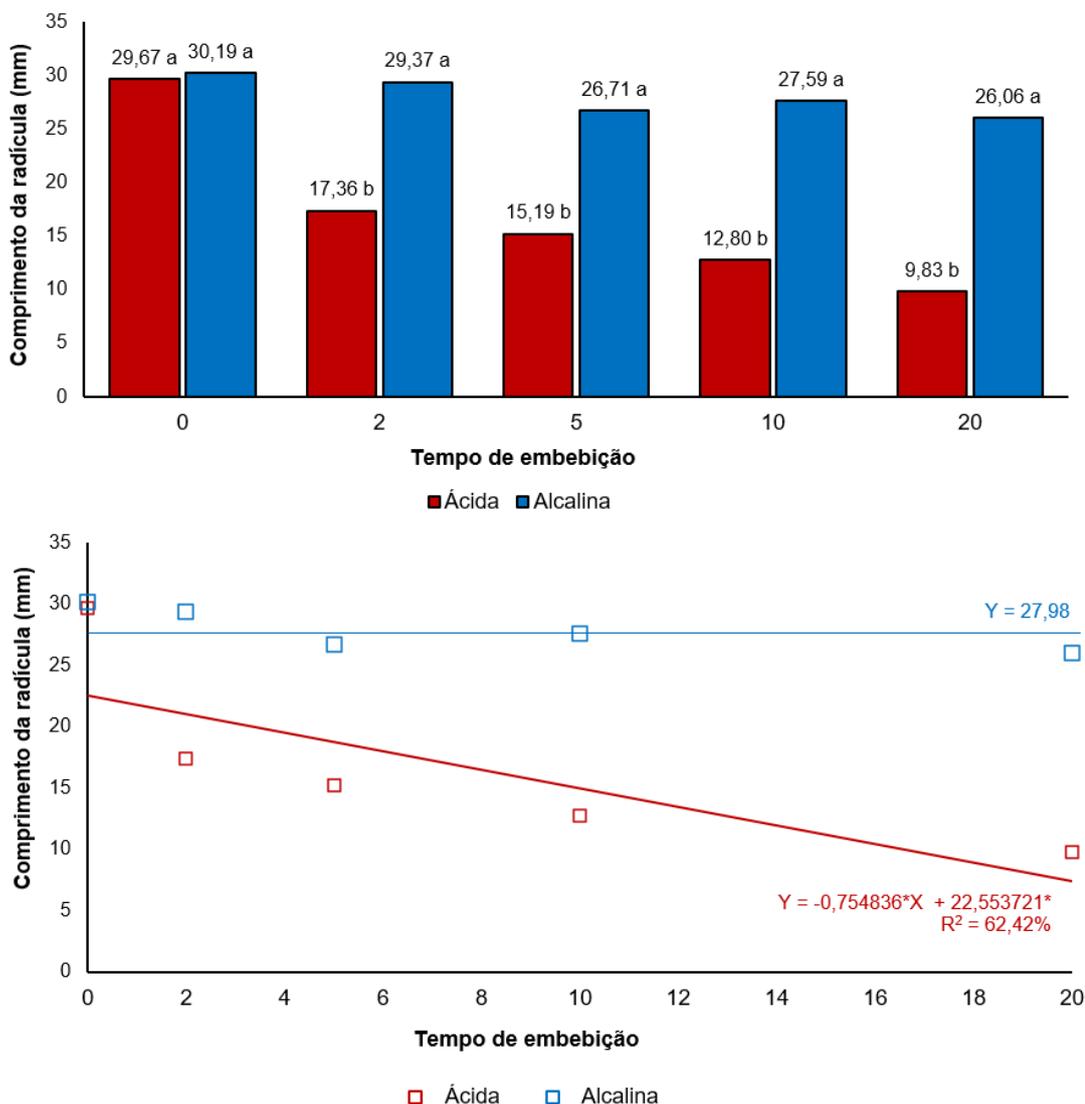


Médias seguidas por letras diferentes, no gráfico à esquerda, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Coeficientes de regressão seguidos por *, no gráfico à direita, são significativos, a 5% de probabilidade, pelo teste t. Fonte: os autores.

A biomassa fresca apresentou média de 7,19 g por parcela experimental, não sendo observado efeito significativo para os fatores que compuseram os tratamentos, nem para a interação entre eles.

O desdobramento da interação entre a condição da solução e o tempo de embebição é apresentado na Figura 2. Notou-se que não houve diferenças significativas entre as médias para o controle sem embebição. Os resultados a partir de 2 minutos de embebição demonstraram que o comprimento radicular foi menor com o emprego da solução ácida.

Figura 2 - Comprimento da radícula de sementes de feijão germinadas após tratamento com solução ácida ou alcalina para cada tempo de embebição (acima) e em função do tempo de embebição para cada solução (abaixo), aos 5 dias após a embebição.



Médias seguidas por letras diferentes, no gráfico acima, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Coeficientes de regressão seguidos por *, no gráfico abaixo, são significativos, a 5% de probabilidade, pelo teste t. Fonte: os autores.

Estudando-se o comprimento radicular em função do tempo de embebição (Figura 2), o comportamento das sementes sujeitas a embebição com solução alcalina não apresentou ajuste aos modelos de regressão linear, apresentando valores próximos à média geral de 27,98 mm. Para a embebição em solução ácida, houve ajuste a um modelo de regressão de primeiro grau, com diminuição do comprimento radicular em função do aumento do tempo de embebição.

Discussão

Ao analisar os dados referentes ao tempo de embebição e as soluções às quais as sementes foram submetidas, nota-se que a diminuição da qualidade da água causada pela alteração de seu pH causou efeito significativo sobre a germinação das sementes. Esse fato corrobora os resultados de outros trabalhos envolvendo a germinação de sementes em meio ácido ou alcalino (Brito; Andrade, 2010;

Wagner Júnior *et al.* 2006b; Braga, 2020; Marteline *et al.*, 2024). Entretanto, os presentes resultados alertam para o fato de que a embebição inicial das sementes com as soluções, mesmo que por apenas dois minutos, já foi capaz de prejudicar a germinação das sementes de feijão.

Quando mergulhadas em soluções de pH ácido e de pH alcalino por diferentes tempos de embebição, notou-se que a germinação foi mais prejudicada pela embebição em solução ácida, em comparação com a solução alcalina, já que quanto maior o tempo em que as sementes permanecem mergulhadas, maior foi o prejuízo causado no crescimento das radículas em solução ácida.

Diferentes espécies de plantas apresentam diferentes níveis de tolerância a condições de acidez ou alcalinidade, outros estudos indicam que o feijão apresenta uma relativa sensibilidade a condição de acidez induzida pelo ácido etanóico, mesmo sob baixas concentrações, apresentando prejuízos em termos de germinação e de crescimento de suas estruturas, assim como de acúmulo de biomassa (Braga, 2020). Enquanto algumas espécies parecem não sofrer influência da embebição inicial em soluções de pH de até 3,0, o feijão já apresentou perdas com a embebição ao nível de pH de 4,5 nas condições do presente trabalho (Wagner Júnior *et al.*, 2006a).

Comparativamente com a embebição em solução alcalina, o contato com a solução ácida causou mais perdas no comprimento das radículas das sementes germinadas. Esse efeito foi mais pronunciado à medida que o tempo de embebição foi maior. Com 2 minutos de embebição, o comprimento de radículas com a embebição ácida foi cerca de 41% menor do que com a alcalina; ao passo que com 10 minutos de embebição, essa perda atinge cerca de 54%; chegando a 62% com 20 minutos de embebição.

Os resultados demonstraram que é necessário um cuidado especial com a qualidade da água que é usada para as práticas agrícolas, seja a água adicionada para irrigação ou aquela usada para a composição de soluções ou misturas que serão usadas para o tratamento das sementes; tendo em vista que a embebição das sementes com soluções aquosas de caráter muito ácido ou alcalino, mesmo que por um curto período de tempo, foi capaz de limitar a sua proporção de germinação. Adicionalmente, a embebição em solução ácida foi mais detrimental, causando prejuízos sobre o desenvolvimento da radícula das sementes germinadas.

Conclusão

Com base nos argumentos supracitados e os testes realizados, podemos concluir que a qualidade da água, podendo ser esta de caráter mais ácido ou alcalino, e o tempo de embebição das sementes, podem influenciar a porcentagem de germinação das sementes de feijão. Ambos os fatores (tipo de solução e o tempo de embebição) podem atuar em conjunto para determinar o comprimento da radícula. A biomassa fresca não se mostra sensível à variação dos fatores, dentro dos limites empregados no estudo.

O efeito do uso da água de baixa qualidade, pela alteração do pH, fica evidenciado pela limitação da germinação das sementes, já que o aumento do tempo de embebição se acompanha de menores taxas de germinação.

A condição ácida se apresenta mais limitante ao desenvolvimento das radículas do que a alcalina, indicando uma maior sensibilidade a condições de embebição com soluções de acidez elevada.

Referências

BRAGA, H. H. G. **Avaliação da influência do ácido acético na germinação de sementes de milho e feijão**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Minas Gerais. São João Evangelista, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 2009.

BRITO, R. A. L.; ANDRADE, C. L. T. Qualidade da água na agricultura e no ambiente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 259, p. 50-57, 2010.

FERREIRA, C. M.; PELOSO, M. J.; FARIA, L. C. **Feijão na economia nacional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. (Documentos, 135).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L. A.; MORO, E. Germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander (maracujá doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e concentrações de ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 160-163, 2001.

MARTELINE, A. E. R. *et al.* Efeito da qualidade da água sobre a germinação de sementes: uma demonstração prática em feira de ciências. *In*: NOITE ACADÊMICA, 19., 2024. Manhuaçu. **Anais [...]**. Manhuaçu: Centro Universitário UNIFACIG, 2024. p. 1-6.

SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. *In*: NOVAIS, R. F. *et al.* (eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. p. 205-268.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Influência do ph da água de embebição das sementes e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro doce. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 231-235, 2006a.

WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Influência do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 643-647, 2006b.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário UNIFACIG, pela disponibilização dos materiais e acesso aos laboratórios e equipamentos necessários para o desenvolvimento do trabalho. Aos professores da disciplina de Fisiologia de Plantas Cultivadas, do curso de Agronomia, pela orientação na condução do experimento de germinação.