RESPOSTAS DO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE MAMOEIRO 'ALIANÇA' A DOSES DE RAIZAL®

Ana Júlia Câmara Jevaux-Machado[1,2]*, Fernando Gomes Hoste[1,2], Cristhiane Tatagiba Franco Brandão[2,3], Bliane Morozini Bacheti[2,4], Janyne Soares Braga Pires[1,2], Sara Dousseau-Arantes[2]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Goiabeiras. Vitória, ES; [2]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Linhares, ES; [3]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre. Alegre, ES; [4]União Capixaba de Ensino - Faculdade Espírito-Santense. Linhares, ES. *anajucamara@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera tropical de grande importância econômica, amplamente cultivada no Brasil e em outros países devido ao seu valor nutricional e à elevada demanda de mercado (Dantas *et al*., 2013). A produção de mudas de qualidade é fundamental para o estabelecimento da cultura, pois suas características podem influenciar o desenvolvimento e o desempenho produtivo das plantas (Yamanishi *et al*., 2000; Weckner *et al*., 2016).

O desenvolvimento do sistema radicular é fundamental para a qualidade das mudas, pois raízes bem desenvolvidas favorecem a absorção de água e nutrientes, a sustentação e a adaptação após o transplantio (Davis; Jacobs, 2005). Características como comprimento, volume, massa e arquitetura radicular podem indicar o vigor e o potencial de estabelecimento das mudas. O fósforo, por sua vez, desempenha papel essencial no metabolismo energético e no desenvolvimento do sistema radicular (Malavolta, 2006; Liu *et al*., 2021).

O Raizal® é um fertilizante mineral misto com elevado teor de fósforo, indicado para o fornecimento de nutrientes durante as fases iniciais de desenvolvimento das plantas (UPL, 2020). Estudos em outras espécies indicam potencial para aumentar o vigor e a biomassa, embora as respostas dependam da cultura e da dose aplicada (Giroldo; Silva; Silva, 2024). Entretanto, ainda são limitados os estudos sobre a resposta do sistema radicular de mudas de mamoeiro à aplicação desse fertilizante.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de Raizal® no desenvolvimento do sistema radicular de mudas de mamoeiro cv. Aliança, buscando identificar a dose mais favorável à formação de raízes vigorosas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre abril e maio de 2025, na Fazenda Experimental de Linhares (FEL/Incaper), em Linhares, Espírito Santo. Foram avaliadas mudas de mamoeiro cv. Aliança submetidas a

cinco doses de Raizal® (0, 5, 10, 20 e 40 g L^{-1}), sendo 10 g L^{-1} a dose indicada pelo fabricante para aplicação foliar (UPL, 2020). O estudo foi realizado em delineamento em blocos casualizados, com quatro blocos e 20 plantas por parcela, totalizando 400 mudas. As mudas foram produzidas por semeadura em tubetes de 50 cm^3, preenchidos com substrato comercial Carolina Soil® e adubados com Osmocote® 3M, na proporção de 11,2 kg m^{-3}, conforme recomendação de Serrano *et al*. (2010). Após a emergência, foi realizado o desbaste, mantendo-se apenas a plântula mais vigorosa por tubete.

Aos 20 dias após a semeadura (DAS), realizou-se a aplicação foliar de Raizal®, nas doses estabelecidas no experimento, utilizando pulverizador manual até a completa cobertura da superfície foliar, no período da manhã. As avaliações foram realizadas aos 45 DAS, quando as mudas atingiram o padrão comercial recomendado para o transplantio (Costa, 2003).

Foram avaliadas características do sistema radicular, incluindo o comprimento da maior raiz (CR), o volume radicular (VR), determinado pelo método de deslocamento de água em proveta graduada (Nunes *et al.*, 2013), e a massa seca do sistema radicular (MSR), obtida após secagem em estufa a 65 °C até massa constante. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) no software SISVAR (Ferreira, 2011) e, quando significativos ($p \leq 0,05$), foram ajustados modelos de regressão polinomial. Foram consideradas adequadas as equações com coeficiente de determinação (R^2) ≥ 70%. Para os modelos quadráticos, o ponto de máximo ou mínimo foi determinado pela derivada da função, sendo x a dose correspondente ao ponto ótimo de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo das doses de Raizal® sobre o comprimento da maior raiz (CR), o volume radicular (VR) e a massa seca radicular (MSR) das mudas de mamoeiro cv. Aliança (Tabela 1). Os resultados demonstram que as características avaliadas responderam às doses do fertilizante, indicando efeito da concentração de Raizal® sobre o desenvolvimento do sistema radicular das mudas.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância referente ao desenvolvimento do sistema radicular de mudas de mamoeiro cv. Aliança submetidas a doses crescentes de Raizal® (0; 5; 10; 20; 40 g L^{-1})

FV	GL	QM		
		CR	VR	MSR
Bloco	3	0,5295	0,0192	0,00004
Doses	4	5,60*	1,10*	0,0007*
Erro	12	0,4303	0,0329	0,00003
CV (%)		4,62	9,53	12,83
Média Geral		14,19	1,83	0,0435

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; * = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variação; CR = comprimento da maior raiz (cm); VR = volume radicular (cm^3); MSR =

massa seca radicular (g).

O comprimento da maior raiz (CR) apresentou tendência de redução com o aumento das doses de Raizal®, conforme observado na Figura 1. Apesar da significância observada pelo teste F, o modelo de regressão linear apresentou baixo coeficiente de determinação (R^2 = 45%), não sendo considerado adequado para estimar a resposta da característica às doses, segundo o critério estabelecido. Ainda assim, a representação gráfica evidencia tendência de redução do comprimento radicular à medida que a concentração de Raizal® aumentou, especialmente na maior dose avaliada.

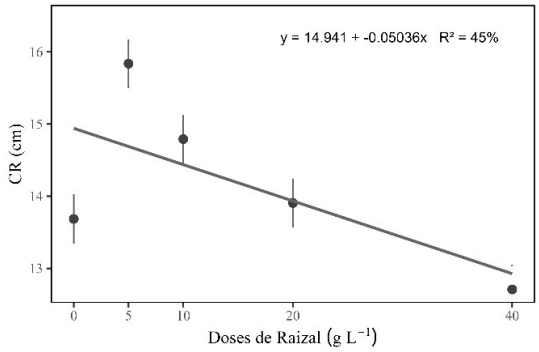


Figura 1 - Resposta do comprimento da maior raiz (CR) de mudas de mamoeiro cv. Aliança submetidas a doses de Raizal® (0, 5, 10, 20 e 40 g L^{-1}).

O volume radicular (VR) e a massa seca radicular (MSR) apresentaram resposta quadrática às doses de Raizal® (Figura 2). Para o VR, o ponto de máximo foi estimado em 0,7 g L^{-1}, com coeficiente de determinação de 98%, enquanto para a MSR o ponto de máximo foi estimado em 10,8 g L^{-1}, com R^2 = 94%. Nas doses mais elevadas, especialmente a de 40 g L^{-1}, observou-se redução acentuada do desenvolvimento radicular, com diminuição superior a 50% no VR e de aproximadamente 35% na MSR em relação ao controle.

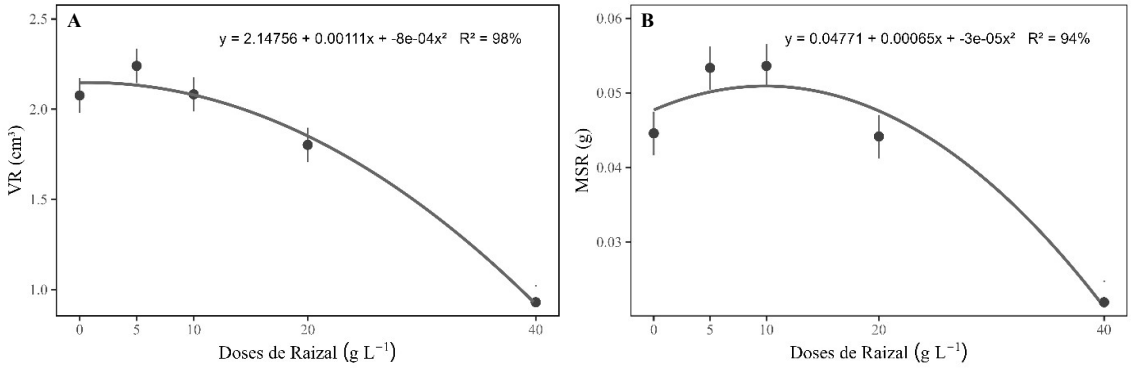


Figura 2 - Resposta do volume radicular (A) e da massa seca radicular (B) de mudas de mamoeiro cv. Aliança submetidas a doses de Raizal® (0, 5, 10, 20 e 40 g L^{-1}).

O comportamento observado entre as características avaliadas sugere que o desenvolvimento do sistema radicular não ocorreu de forma uniforme em resposta às doses de Raizal®. A tendência de redução do CR, associada às respostas quadráticas observadas para VR e MSR, indica que alterações no comprimento das raízes não necessariamente foram acompanhadas por redução proporcional do volume ou do acúmulo de massa seca. Essa diferença entre as características pode refletir alterações na arquitetura e na distribuição da biomassa do sistema radicular em resposta à disponibilidade de nutrientes. O Raizal® apresenta em sua composição elevados teores de fósforo, além de nitrogênio e potássio (UPL, 2020). O fósforo exerce papel importante no metabolismo energético e no desenvolvimento das raízes, sendo particularmente relevante durante as fases iniciais de desenvolvimento das plantas (Malavolta, 2006; Liu *et al*., 2021). Assim, a resposta diferenciada das características pode estar relacionada à disponibilidade e ao aproveitamento desses nutrientes pelas mudas nas diferentes concentrações avaliadas.

O maior acúmulo de MSR representa uma característica importante para a qualidade das mudas. Um sistema radicular com maior quantidade de biomassa pode ampliar a exploração do substrato e a capacidade de absorção de água e nutrientes, favorecendo o estabelecimento das plantas após o transplantio (Davis; Jacobs, 2005). Em mamoeiro, o fornecimento adequado de nutrientes durante a fase de formação das mudas pode favorecer o crescimento radicular e o acúmulo de biomassa (Serrano *et al*., 2010). Nesse contexto, destaca-se que a dose de 10 g L^{-1}, indicada pelo fabricante para aplicação foliar (UPL, 2020), situou-se próxima à faixa de resposta favorável observada para a MSR, cujo ponto de máximo foi estimado em 10,8 g L^{-1}. Nesse contexto, a resposta observada para a MSR reforça a importância do manejo nutricional durante a formação das mudas, especialmente quanto à concentração do fertilizante utilizada.

Por outro lado, a redução das características radiculares nas maiores concentrações demonstra que o aumento da dose do fertilizante não resultou em incremento contínuo do desenvolvimento das raízes. Esse comportamento pode estar associado ao excesso de sais e nutrientes presentes na solução aplicada, que, em concentrações elevadas, pode provocar desequilíbrios osmóticos e nutricionais e comprometer o crescimento e a formação de novos tecidos radiculares (Sá *et al*., 2016). Dessa forma, o efeito negativo observado nas maiores concentrações reforça que a resposta das mudas depende do equilíbrio entre a disponibilidade de nutrientes e a concentração da solução aplicada.

De maneira geral, os resultados demonstram que o Raizal® influenciou o desenvolvimento do sistema radicular de mudas de mamoeiro cv. Aliança, com respostas distintas entre as características avaliadas. A tendência observada para o CR, embora limitada pelo baixo coeficiente de determinação, juntamente com as respostas quadráticas de VR e MSR, evidencia que o efeito do fertilizante depende da concentração utilizada. As maiores concentrações não favoreceram o desenvolvimento radicular, indicando a necessidade de estabelecer uma faixa adequada de aplicação para evitar efeitos contrários aos desejados e favorecer a qualidade das mudas.

CONCLUSÃO

As doses de Raizal® influenciaram o desenvolvimento do sistema radicular de mudas de mamoeiro cv. Aliança, promovendo respostas distintas para o CR, VR e MSR. As maiores concentrações não favoreceram o desenvolvimento das raízes, com redução mais expressiva na dose de 40 g L^{-1}. Os resultados indicam que a utilização de Raizal® deve considerar concentrações adequadas, de modo a favorecer o desenvolvimento e a qualidade das mudas de mamoeiro.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro; e ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), pelo suporte institucional.

REFERÊNCIAS

COSTA, A.F.S.; COSTA, A.N.; SANTOS, F.A.M.; BARRETO, F.C.; ZUFFO, V.J. Plantio, formação e manejo da cultura. In: MARTINS, D.S.; COSTA, A.F.S. (Ed.). **A cultura do mamoeiro**: tecnologias de produção. Vitória, ES: Incaper, 2003. p. 127-159.

DANTAS, J.L.L.; JUNGHANS, D.T.; LIMA, J.F. (ed.). **Mamão**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 170 p.

DAVIS, A.S.; JACOBS, D.F. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. **New Forests**, v. 30, p. 295-311, 2005. DOI: https://doi.org/10.1007/s11056-005-7480-y

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001

GIROLDO, L.B.F.; SILVA, C.A.; SILVA, C.J. Performance of table tomato plants with irrigation shifts associated with rooting agent doses. **Comunicata Scientiae**, v. 15, e4169, 2024. DOI: https://doi.org/10.14295/cs.v15.4169

LIU, D. Root developmental responses to phosphorus nutrition. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 63, n. 6, p. 1065–1090, 2021. DOI: https://doi.org/10.1111/jipb.13090

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

NUNES, E.N.; NASCIMENTO, D.A.M.; ALVES, A.G.; SUASSUNA, J.F.; NASCIMENTO, R. Crescimento de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Scientia Plena**, v. 9, n. 10, 104901, 2013.

SÁ, F.V.S.; BRITO, M.E.B.; MOREIRA, R.C.L.; MELO, A.S.; SILVA, L.A.; GHEYI, H.R.; FIGUEIREDO, L.C.; PAIVA, E.P. Balance of salts and growth of papaya cultivars irrigated with saline water. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 4, p. 849-856, 2016. DOI: https://doi.org/10.14393/BJ-v32n4a2016-32753

SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F.; FERREGUETTI, G.A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de

mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 874-883, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000084

UPL DO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE INSUMOS AGROPECUÁRIOS S.A. **Raizal®: fertilizante mineral misto para aplicação via foliar**. Campinas: UPL, 2020. 1 rótulo.

WECKNER, F.C.; CAMPOS, M.C.C.; NASCIMENTO, E.P.; MANTOVANELLI, B.C.; NASCIMENTO, M.F. Avaliação das mudas de mamoeiro sob o efeito da aplicação de diferentes composições de biofertilizantes. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 1, p. 700-706, 2016. DOI: https://doi.org/10.5892/ruvrd.v14i1.2539

YAMANISHI, O.K.; CAMPOSTRINI, E.; MARIN, S.L.D.; MARTELLETO, L.A.P. Influence of root zone restriction on the growth of four papaya (*Carica papaya* L.) genotypes. **Acta Horticulturae**, v. 516, 2000. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.516.18