

RESPOSTA DO CLONE DE EUCALIPTO KL₁₀₄ À INOCULAÇÃO COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E BOKASHI

RESPONSE OF THE KL₁₀₄ EUCALYPTUS CLONE TO INOCULATION WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND BOKASHI

RESPUESTA DEL CLON DE EUCALIPTO KL₁₀₄ A LA INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES Y BOKASHI

Helane Cristina de Andrade Rodrigues Severo¹

Adrianne Cavalcante Leal Pinheiro²

Adriele de Castro Ferreira³

Adriana Miranda de Santana Arauco⁴

Cácio Luiz Boechat⁵

Luis Ricardo Romero Arauco⁶

RESUMO: O uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) associado a fertilizantes orgânicos fermentados apresenta potencial para favorecer o crescimento inicial e a qualidade de mudas florestais. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a inoculação de diferentes estirpes de FMAs associada à aplicação de doses de FertBokashi Premium® no desenvolvimento inicial do clone de eucalipto KL₁₀₄. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Piauí, em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 7 × 5, composto por seis tratamentos com FMAs [*Claroideoglomus etunicatum* (E₁), *Acaulospora morrowiae* (E₂), *Gigaspora albida* (E₃) e suas combinações] e um controle sem inoculação, combinados a cinco doses de FertBokashi Premium® (0; 2,3; 5,6; 11,3 e 22,5 µL dm⁻³). Aos 90 dias após o plantio, foram avaliadas variáveis biométricas. Houve interação significativa entre os tratamentos de inoculação e as doses de FertBokashi para altura de plantas, massa seca radicular, comprimento radicular e colonização micorrízica. A estirpe *Claroideoglomus etunicatum* destacou-se pela elevada colonização micorrízica em condições de baixa disponibilidade nutricional, enquanto diferentes combinações de FMAs promoveram incrementos no desenvolvimento radicular das mudas. De forma geral, a resposta do eucalipto à inoculação micorrízica variou conforme as doses de FertBokashi aplicadas, evidenciando a influência conjunta da disponibilidade nutricional e da eficiência simbiótica no crescimento inicial do clone KL₁₀₄.

Palavras-chave: *Eucalyptus*. Biofertilizante. FMA. Nutrição vegetal.

¹Mestre em Ciências Agrárias pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA, Universidade Federal do Piauí - UFPI.

²Mestre em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA, Universidade Federal do Piauí - UFPI.

³Mestre em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGA/CCA, Universidade Federal do Piauí - UFPI.

⁴Orientadora-Docente do Departamento de Parasitologia e Microbiologia (DPM), Centro de Ciências da Saúde (CCS), Universidade Federal do Piauí (UFPI).

⁵Coorientador - Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA, Universidade Federal do Piauí - UFPI.

⁶Docente do Departamento de Zootecnia/DZO- Universidade Federal do Piauí (UFPI).

ABSTRACT: The use of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) associated with fermented organic fertilizers has shown potential to enhance the initial growth and quality of forest seedlings. In this context, the present study aimed to evaluate the inoculation of different AMF strains combined with FertBokashi Premium® doses on the initial development of the KL104 eucalyptus clone. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Piauí using a randomized block design in a 7×5 factorial arrangement, consisting of six AMF treatments [*Claroideoglomus etunicatum* (E1), *Acaulospora morrowiae* (E2), *Gigaspora albida* (E3), and their combinations] and a non-inoculated control, combined with five FertBokashi Premium® doses (0, 2.3, 5.6, 11.3, and 22.5 $\mu\text{L dm}^{-3}$). At 90 days after planting, biometric parameters were evaluated. Significant interactions between inoculation treatments and FertBokashi doses were observed for plant height, root dry mass, root length, and mycorrhizal colonization. The strain *Claroideoglomus etunicatum* stood out for its high mycorrhizal colonization under low nutrient availability conditions, whereas different AMF combinations promoted improvements in seedling root development. Overall, the response of eucalyptus to mycorrhizal inoculation varied according to the FertBokashi doses applied, highlighting the combined influence of nutrient availability and symbiotic efficiency on the initial growth of the KL104 clone.

Keywords: *Eucalyptus*. Biofertilizer. AMF. Plant nutrition.

RESUMEN: El uso de hongos micorrícicos arbusculares (FMAs) asociados a fertilizantes orgánicos fermentados presenta potencial para favorecer el crecimiento inicial y la calidad de plantines forestales. En ese contexto, el objetivo de esta investigación fué evaluar la inoculación de diferentes estirpes de FMAs asociada a lá aplicación de dosis de FertBokashi Premium® en el desarrollo inicial del clon de eucalipto KL104. el experimento fué conduzido em estufa agrícola de la Universidad Federal del Piauí, en delineamento en bloques al acaso, em esquema factorial 7×5 , compuesto por seis tratamientos con FMAs [*Claroideoglomus etunicatum* (E1), *Acaulospora morrowiae* (E2), *Gigaspora albida* (E3) y sus combinaciones] y un control sin inoculación, combinando las cinco dosis de FertBokashi Premium® (0; 2,3; 5,6; 11,3 e 22,5 $\mu\text{L dm}^{-3}$). A los 90 dias despues del plantio, fueron evaluadas variables biométricas. Huvo interción significativa entre los tratamientos de inoculaión y las dosis de FertBokashi para altura de plantas, masa seca radicular, tamaño radicular e colonisación micorrízica. La estirpe *Claroideoglomus etunicatum* se destacó por la elevada colonisación micorrízica en condiciones de baja disponibilidad nutricional, mientras tanto diferentes combinaciones de FMAs promovieron incrementos en el desarrollo radicular de los plantines. De forma geral, la respuesta del eucalipto a la inoculacion micorrízica varió conforme las dosis de FertBokashi aplicadas, evidenciando a influencia conjunta de la disponibilidad nutricional y de la eficiencia simbiótica en el crecimiento inicial do clone KL104.

Palabras clave: *Eucalyptus*. Biofertilizante. FMA. Nutrición vegetal.

INTRODUÇÃO

O cultivo de eucalipto é uma das culturas mais difundidas na silvicultura global devido ao seu rápido crescimento e potencial econômico, particularmente na produção de madeira para indústrias como a de celulose e papel (SEMBIRING et al., 2025). O sucesso dos plantios está

estritamente relacionado à qualidade das mudas utilizadas, uma vez que mudas vigorosas apresentam maior capacidade de estabelecimento, crescimento inicial e adaptação às condições edafoclimáticas.

Para melhorar o desenvolvimento inicial das mudas e potencializar sua resistência a intempéries do sistema, a utilização de biofertilizantes se destaca. Dentre esses biofertilizantes, os Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são organismos biotróficos obrigatórios e colonizam o córtex da raiz. Esses fungos formam simbioses com muitas espécies de eucalipto, influenciando na nutrição, aumentando a absorção de nutrientes, principalmente aqueles de menor mobilidade no solo, como o fósforo (P), além de promover tolerância a diferentes estresses do solo, como salinidade, déficit hídrico, podendo atuar ainda na supressão de doenças (KLINSUKON, 2021; KUANG, 2023; JIANG, 2024).

Além da inoculação com microrganismos benéficos, a qualidade do substrato utilizado também exerce influência direta no estabelecimento e desenvolvimento das mudas. Um substrato adequado deve apresentar propriedades físicas e químicas capazes de favorecer a retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes, contribuindo para a produção de mudas de maior qualidade (CUNHA et al., 2024). No entanto, o custo elevado dos substratos comerciais é um desafio central na produção, podendo ser um dos componentes mais caros do sistema (FERREIRA et al., 2021).

Dessa forma, a busca por alternativas mais baratas e sustentáveis tem levado à avaliação de diversos resíduos orgânicos e adubos orgânicos, muitos obtidos por compostagem/fermentação, como alternativa a substratos comerciais e à adubação exclusivamente mineral. Dentre os adubos orgânicos, os compostos fermentados do tipo bokashi vêm ganhando destaque na produção de mudas de diversas espécies, devido à sua capacidade de estimular a microbiota do solo, especialmente os FMAs, além de atuarem como fonte de nutrientes para as plantas (SIQUEIRA et al., 2013).

Apesar do potencial dos fertilizantes orgânicos do tipo bokashi e dos FMAs na produção de mudas florestais, estudos envolvendo a associação dessas tecnologias em clones de eucalipto ainda são escassos. Dessa forma, torna-se importante avaliar os efeitos dessa interação sobre o crescimento e a qualidade das mudas. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da inoculação com diferentes estirpes de fungos micorrízicos arbusculares associada à aplicação de doses de FertBokashi Premium® no crescimento inicial do clone de eucalipto KL104.

MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do *Campus* Professora Cinobelina Elvas, da Universidade Federal do Piauí (CPCE/UFPI), localizada no município de Bom Jesus, estado do Piauí, Brasil (9°05'02.0"S, 44°19'32.0"W, altitude de 277 m). O clone de eucalipto utilizado foi o KL104, híbrido das espécies *Eucalyptus tereticornis* x *Eucalyptus urophylla*. As mudas utilizadas foram doadas pela Empresa Florestal Eco Empreendimentos Ambientais, Teresina-PI, com idade de 60 dias após estaqueamento.

O experimento ocorreu no delineamento em blocos casualizados, compreendendo um esquema fatorial duplo (7×5), com quatro repetições. O primeiro fator foi referente as inoculações, sendo inoculação isolada das estirpes *Claroideoglomus etunicatum* SCT 101A (E₁), *Acaulospora morrowiae* SCT 500B (E₂) e *Gigaspora albida* SCT 238A (E₃), os consórcios E₁+E₂, E₁+E₃ e E₂+E₃ e um controle sem inoculação. O segundo fator foi referente a cinco doses de Fertbokashi Premium®, sendo 0; 2,3; 5,6; 11,3 e 22,5 $\mu\text{L dm}^{-3}$. As estirpes foram provenientes da Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota (CICG) pertencente a Universidade Regional de Blumenau (FURB)/SC, cada inóculo era composto por uma mistura de solo, propágulos de raízes colonizadas, hifas e esporos.

Cada unidade experimental correspondeu a um vaso com volume de 3 L preenchido com solo. O solo utilizado no experimento, oriundo de área de pivô, localizado no Brasil (9°04'45.2" S, 44°19'36.8" W), foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (Santos et al., 2013). Amostras simples de solo foram coletadas e homogeneizadas para formar uma composta, que foi submetida à caracterização química. O solo apresentou as seguintes características químicas: pH 4,0; P 10,97 mg dm^{-3} ; K 141,7 mg dm^{-3} e 0,68; 0,16; 0,20; 3,14 e 4,35 cmolc dm^{-3} de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+Al e CTC (T), respectivamente, além de 27,7% de saturação por bases e 13,5 g dm^{-3} de matéria orgânica.

A inoculação com FMAs foi realizada com aplicação de 5 g do inóculo durante o plantio das mudas nos vasos. A ativação do Fertbokashi foi de acordo com a recomendação do fabricante, sendo a primeira dose aplicada um dia após o plantio próximo ao caule das mudas. A aplicação das doses foi repetida a cada 30 dias após a primeira aplicação. O Bokashi Premium® foi cedido pela empresa Korin. O produto apresentou a seguinte composição química: nitrogênio total = 1,5%; carbono orgânico total = 15%; densidade = 1,135 g L^{-1} ; pH = 3,8; condutividade elétrica = 13 mS cm^{-1} ; índice salino = 10.

Durante o experimento, a umidade do vaso foi mantida na capacidade de vaso a 60%. Aos 90 dias após o plantio das mudas, as plantas foram coletadas e separadas em parte aérea e raiz. A altura das plantas (H) e comprimento da raiz (CR) foram mensuradas utilizando fita métrica, o diâmetro do coleto (DC) foi medido com paquímetro digital e o número de folhas (NF) por contagem. As raízes foram lavadas em água corrente e, em seguida, mensuradas as variáveis massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR). Separou-se 1 g de raízes de cada tratamento para avaliação da colonização micorrízica (CM). A parte aérea e o restante das raízes foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até obtenção de massa constante. Em seguida, foram verificados os pesos da massa seca de raiz (MSR) e parte aérea (MSPA).

Na avaliação da colonização micorrízica, amostras de 1 g de raízes finas frescas foram clarificadas e pigmentadas (KOSKE; GEMMA, 1982), em seguida foi realizada a contagem das estruturas fúngicas pelo método da intersecção das linhas cruzadas (GIOVANNETTI; MOSSE, 1980). Os dados foram submetidos ao teste F através da análise de variância (ANOVA) e quando significativas, submetidas à análise de regressão e ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

5

Houve interação significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos de inoculação micorrízica e as doses de FertBokashi Premium® para as variáveis MSR, H, CM e CR. Para MSPA e DC, verificou-se efeito significativo apenas da inoculação, enquanto NF não apresentou diferença significativa entre os fatores avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância das médias dos parâmetros de avaliação da qualidade de mudas de clone de Eucalipto KL104 (híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus tereticornes*) inoculadas com fungos micorrízicos sob o efeito de doses de Fertbokashi.

FV	GL	Quadrado Médio						
		MSPA	MSR	H	DC	CM	CR	NF
Dose (D)	4	15,77 ^{ns}	0,62 ^{ns}	24,2 ^{ns}	0,05 ^{ns}	551,58*	230,82 ^{ns}	39,04 ^{ns}
Trat (T)	6	11,84*	4,43*	169,93 *	0,29 *	1195,67*	1192,62*	71,76 ^{ns}
D x T	24	7,01 ^{ns}	4,83*	80,72 *	0,13 ^{ns}	200,80 *	319,04*	63,84 ^{ns}
Bloco	3	8,17 ^{ns}	2,39 ^{ns}	57,29 ^{ns}	0,23 ^{ns}	72,01 ^{ns}	44,24 ^{ns}	44,94 ^{ns}
Resíduo	102	4,36	1,19	42,9	0,10	73,45	111,67	66,62
CV %		13,70	14,86	9,07	6,05	20,66	11,80	15,32

MSPA-Massa seca da parte aérea, MSR- massa seca da raiz, H-altura das plantas, DC- Diâmetro do caule, CM- Taxa de colonização micorrízica, CR- comprimento radicular, NF- Número de folhas. * significativo a 5% de probabilidade; ns: não-significativo a 5% de probabilidade

Na Figura 1 encontram-se as médias das variáveis MSR, CR, CM e H, que apresentaram interação significativa entre os fatores estudados. De modo geral, a inoculação micorrízica promoveu desempenho superior ao tratamento sem inoculação (SI), principalmente para CM e para as variáveis radiculares (MSR e CR). Para CM, o maior valor foi observado na estirpe E1 (*Claroideoglomus etunicatum*) na ausência de FertBokashi ($0 \mu\text{L dm}^{-3}$). Nas demais doses, as mudas inoculadas também apresentaram percentuais de colonização superiores ao SI, exceto na dose $2,3 \mu\text{L dm}^{-3}$. Para CR e MSR, os tratamentos inoculados destacaram-se em determinadas doses, apresentando médias superiores ao tratamento SI. Para altura de plantas (H), observou-se menor variação entre os tratamentos, sem diferença estatística nas doses de $5,6$; $11,3$ e $22,5 \mu\text{L dm}^{-3}$ (Figura 1).

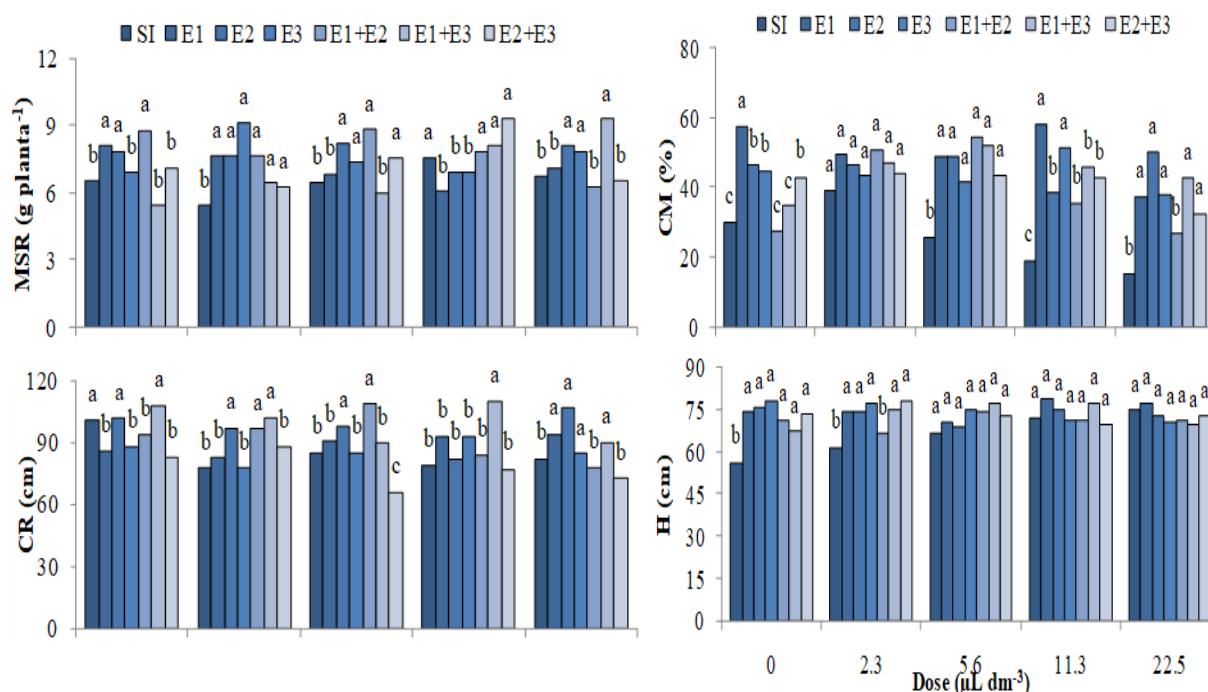


Figura 1. Médias das variáveis com interação dos fatores de mudas de clone de Eucalipto KL104 inoculadas com fungos micorrízicos sob o efeito de doses de Fertbokashi. MSR- Massa seca da raiz, CR-comprimento radicular, CM- taxa de colonização micorrízica e H-altura das plantas. SI-Sem inoculação, E1- *Claroideoglomus etunicatum*, E2- *Acaulospora morrowiae*, E3- *Gigaspora albida*; E1+E2, E1+E3 e E2+E3 = consórcios entre estirpes. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.

O tratamento SI e o consórcio E1+E3 apresentaram comportamento quadrático para altura das plantas (Figura 2), com incremento até a dose de $11,3 \mu\text{L dm}^{-3}$ e leve redução na dose de $22,5 \mu\text{L dm}^{-3}$. Esses resultados sugerem que doses intermediárias de FertBokashi foram

suficientes para favorecer o crescimento inicial do híbrido de eucalipto, indicando que aplicações elevadas do fertilizante não promoveram incrementos adicionais em altura. Esse comportamento pode estar relacionado à elevada eficiência do eucalipto na utilização dos nutrientes disponíveis no substrato, sobretudo considerando que não houve adubação complementar durante a condução do experimento. Essa redução na altura das plantas em doses elevadas difere do observado por González-Díaz et al. (2019), em que a maior dose de biofertilizante à base de subprodutos agrícolas promoveu maior crescimento das mudas, estimulando o enraizamento e aumentando o número de folhas em *Eucalyptus grandis*.

Outra explicação para esse comportamento pode estar relacionada à interação entre o FertBokashi e os FMAs, uma vez que maiores disponibilidades de nutrientes podem reduzir a dependência da planta pela simbiose micorrízica (LI et al., 2025). Dessa forma, embora os FMAs contribuam para a absorção de nutrientes e o desenvolvimento vegetal em condições de baixa fertilidade, doses mais elevadas do FertBokashi podem ter reduzido a contribuição relativa da simbiose para o crescimento das mudas, refletindo na redução do incremento em altura observado nas maiores doses aplicadas. Esses resultados indicam que o efeito do FertBokashi sobre o crescimento em altura possui um limite fisiológico para o híbrido avaliado, de modo que doses superiores não resultaram em respostas proporcionais no crescimento inicial das mudas.

7

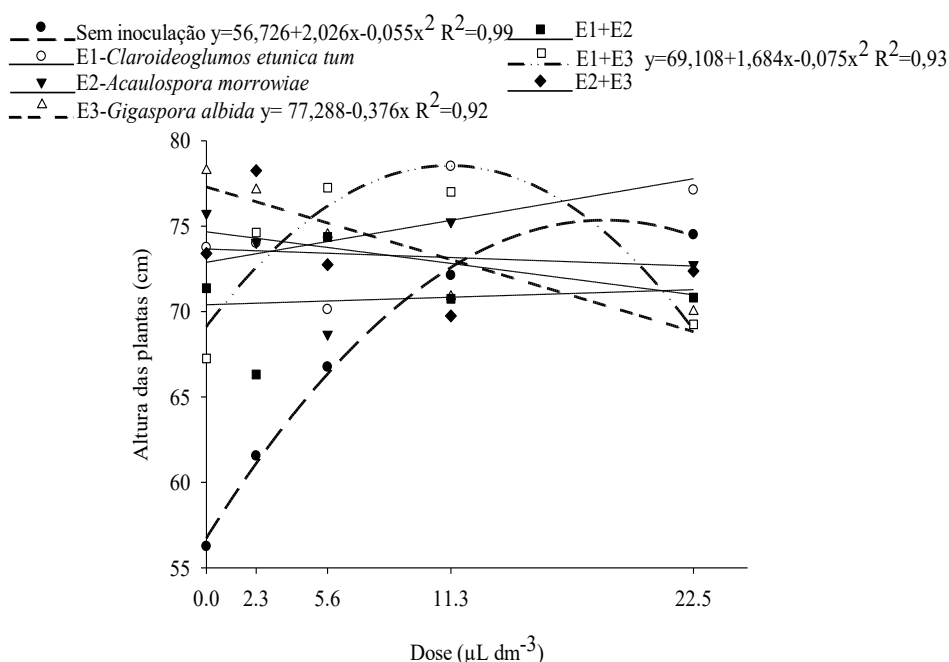


Figura 2. Altura de plantas do híbrido de eucalipto KL104 submetido à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e doses de FertBokashi. SI = sem inoculação; E1 = *Claroideoglomus etunicatum*; E2 = *Acaulospora morrowiae*; E3 = *Gigaspora albida*; E1+E2, E1+E3 e E2+E3 = consórcios entre estirpes. As linhas representam as equações de regressão ajustadas em função das doses de FertBokashi.

As doses de FertBokashi influenciaram o comprimento radicular (CR) e a produção de massa seca radicular (MSR) do híbrido de eucalipto KL104 de forma distinta entre os tratamentos de inoculação micorrízica (Figura 3). Os tratamentos SI e E₃ não apresentaram interação significativa com as doses aplicadas. Esses comportamentos demonstram que a resposta radicular das mudas variou conforme a compatibilidade entre as estirpes inoculadas e a disponibilidade de nutrientes promovida pelo FertBokashi. Para MSR (Figura 3B), a estirpe E₁ apresentou comportamento quadrático com concavidade voltada para cima, havendo redução até a dose de 11,3 $\mu\text{L dm}^{-3}$ e aumento na dose de 22,5 $\mu\text{L dm}^{-3}$, atingindo 7,10 g planta⁻¹. Comportamento semelhante foi observado para CR (Figura 3A) no tratamento E₂, que apresentou redução nas doses intermediárias e incremento na maior dose aplicada.

Esses resultados sugerem que pequenas doses do fertilizante orgânico, quando aplicadas isoladamente, tendem a não suprir totalmente a demanda nutricional das plantas, uma vez que doses reduzidas resultaram em crescimento limitado, indicando menor disponibilização de nutrientes ao eucalipto em comparação às doses mais elevadas, conforme discutido por Hamad; Shahin (2022). O aumento das doses de FertBokashi crescimento radicular e, em determinadas combinações de estirpes, contribuindo para o estabelecimento da simbiose micorrízica. Entretanto, em doses mais elevadas, o aumento da disponibilidade nutricional pode reduzir a dependência da planta pela associação micorrízica.

Além disso, o maior desenvolvimento radicular observado nas maiores doses pode estar relacionado à atuação dos FMAs na expansão da área de absorção das raízes, aumentando a exploração do substrato e favorecendo a aquisição de nutrientes pouco móveis, especialmente fósforo (LIANG et al., 2022). Esse efeito é particularmente importante em condições de baixa fertilidade, nas quais o desenvolvimento do sistema radicular contribui diretamente para o estabelecimento inicial das mudas de eucalipto. Assim, o maior desenvolvimento radicular observado nas mudas inoculadas evidencia o potencial dos FMAs em otimizar a exploração do substrato e aumentar a eficiência nutricional do eucalipto em fase inicial de desenvolvimento.

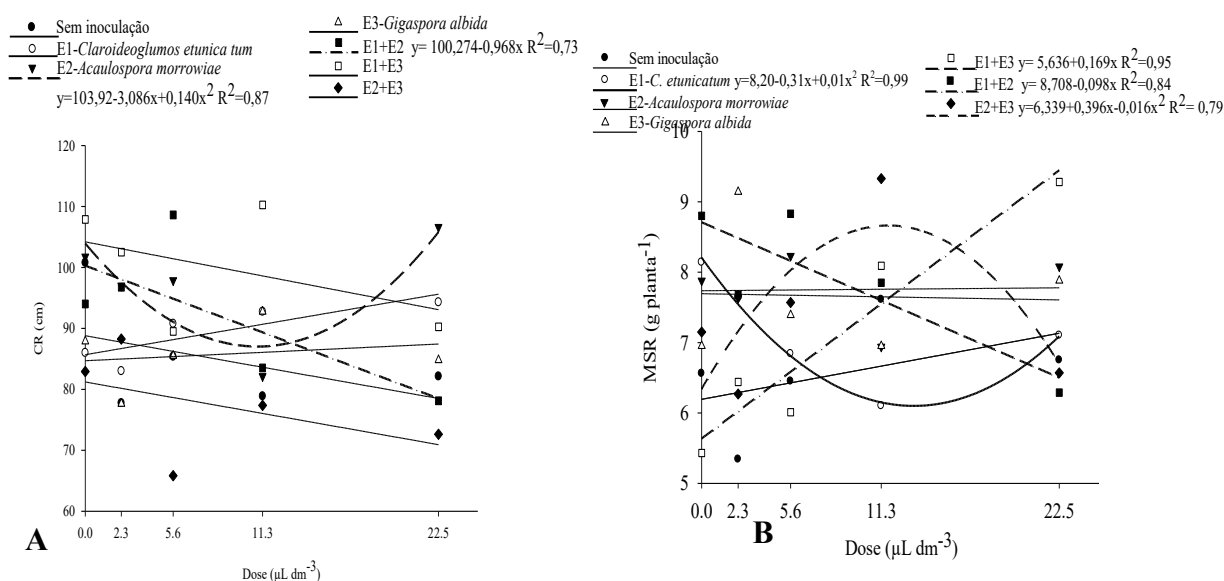


Figura 3. A-Comprimento radicular (CR) e B-massa seca radicular (MSR) do híbrido de eucalipto KL104 submetido à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e doses de FertBokashi. SI = sem inoculação; E1 = *Claroideoglomus etunicatum*; E2 = *Acaulospora morrowiae*; E3 = *Gigaspora albida*; E1+E2, E1+E3 e E2+E3 = consórcios entre estirpes. As linhas representam as equações de regressão ajustadas em função das doses de FertBokashi.

A colonização micorrízica apresentou respostas distintas entre os tratamentos inoculados e as doses de FertBokashi aplicadas (Figura 4). O consórcio E1+E2 apresentou redução linear da colonização à medida que as doses do fertilizante aumentaram, enquanto o tratamento E1+E3 apresentou incremento gradual da colonização com o aumento das doses aplicadas. Já o consórcio E2+E3 apresentou comportamento quadrático, com aumento da colonização até a dose de $11,3 \mu\text{L dm}^{-3}$, seguido de redução na maior dose aplicada. Entre os tratamentos sem aplicação de FertBokashi, a estirpe E1 (*Claroideoglomus etunicatum*) apresentou a maior taxa de colonização micorrízica (57,46%), seguida por E2 (*Acaulospora morrowiae*), com 46,19%. A redução da colonização nas maiores doses pode estar relacionada ao aumento da disponibilidade de nutrientes no substrato, especialmente fósforo, reduzindo a dependência da planta pela simbiose micorrízica. Por outro lado, o aumento observado no consórcio E1+E3 sugere maior adaptação dessa combinação às condições promovidas pelo FertBokashi, favorecendo a manutenção da associação fungo-planta mesmo em maiores doses do fertilizante.

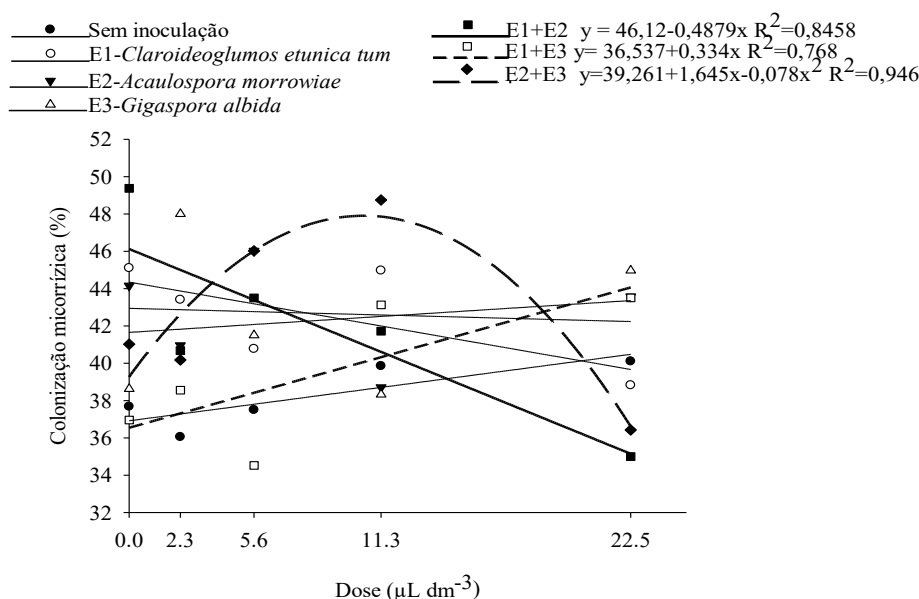


Figura 4. Colonização micorrízica de raízes do híbrido de eucalipto KL104 submetido à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e doses de FertBokashi. SI = sem inoculação; E1 = *Claroideoglomos etunicatum*; E2 = *Acaulospora morrowiae*; E3 = *Gigaspora albida*; E1+E2, E1+E3 e E2+E3 = consórcios entre estirpes. As linhas representam as equações de regressão ajustadas em função das doses de FertBokashi.

Além disso, a relação entre planta e fungo é influenciada por diversos fatores, como características do solo, disponibilidade de nutrientes e, principalmente, pela compatibilidade genética entre hospedeiro e fungo, que regula o reconhecimento e o desenvolvimento da simbiose micorrízica (MARTIN; VAN DER, 2024). Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que a resposta das mudas à inoculação micorrízica depende tanto da compatibilidade entre as estirpes utilizadas quanto da disponibilidade nutricional promovida pelo FertBokashi, evidenciando que a combinação entre inoculação e manejo nutricional pode influenciar diretamente o crescimento inicial e o estabelecimento simbiótico do híbrido de eucalipto KL104.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação com fungos micorrízicos arbusculares favoreceu o desenvolvimento inicial do híbrido de eucalipto KL104, promovendo incrementos principalmente nas variáveis relacionadas ao sistema radicular. A resposta das mudas ao FertBokashi Premium® variou conforme as estirpes inoculadas e as doses aplicadas, evidenciando interação entre disponibilidade nutricional e eficiência simbiótica dos FMAs.

Doses intermediárias do FertBokashi mostraram-se mais eficientes para o crescimento em altura das mudas, enquanto maiores doses favoreceram o desenvolvimento radicular em determinados tratamentos inoculados. Além disso, a estirpe *Claroideoglomus etunicatum* destacou-se pela elevada capacidade de colonização micorrízica.

A associação entre inoculação micorrízica e uso de FertBokashi apresenta potencial para otimizar a produção de mudas clonais de eucalipto em viveiro, podendo contribuir para maior eficiência no aproveitamento de nutrientes e redução da dependência de fertilizantes convencionais. Entretanto, estudos adicionais ainda são necessários para compreender melhor a compatibilidade entre estirpes fúngicas, doses do fertilizante e respostas fisiológicas do eucalipto.

REFERÊNCIAS

CUNHA L, et al. Physical and chemical properties of substrate derived from coffee residue for seedling production. *Floresta*, 2024; 54(1).

FERREIRA P, et al. Production of eucalyptus seedlings using alternative substrates. *Revista Engenharia Na Agricultura - REVENG*, 2021; 29: 236-244.

FERREIRA DF. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type 259 designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 2019; 37(4): 529-535.

GIOVANNETTI M, MOSSE B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New phytologist*, 1980; 84(3): 489-500.

GONZÁLEZ-DÍAZ A, et al. Effect of biofertilizers application on the growth of *Eucalyptus grandis* seedlings under greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 2019; 42: 2560-2576.

HAMAD SO, SHAHIN AA. Growth Performance of *Eucalyptus Microtheca* Seedlings in Response to Different Levels of Organic and Inorganic Fertilizer. *Qalaai Zanistscientific Journal*, 2022; 7(2): 2518-6566.

JIANG Y, et al. Changes in the arbuscular mycorrhizal fungal community in the roots of *eucalyptus grandis* plantations at different ages in southern jiangxi, China. *Journal of Fungi*, 2024; 10(6): 404.

KOSKE RE, GEMMA JN. A modified procedure for to detect VA mycorrhizas. *Mycological Research*, 1982; 92: 486-488.

KLINSUKON C, et al. Using arbuscular mycorrhizal fungi (*Gigaspora margarita*) as a growth promoter and biocontrol of leaf blight disease in eucalyptus seedlings caused by *Cylindrocladium quinquesepatum*. *Rhizosphere*, 2021; 20:100450.

KUANG Y, et al. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and root cell ultrastructure of eucalyptus grandis under cadmium stress. *Journal of Fungi*, 2023; 9, 2:140.

LI X, et al. AM fungi modulate organic nitrogen preference of Eucalyptus to enhance seedling growth under low fertilization. *Frontiers in Plant Science*, 2025; 16.

LIANG Y, et al. Accumulation in nutrient acquisition strategies of arbuscular mycorrhizal fungi and plant roots in poor and heterogeneous soils of karst shrub ecosystems. *BMC Plant Biology*, 2022; 22: 188.

MARTIN F, VAN DER HM. The mycorrhizal symbiosis: research frontiers in genomics, ecology, and agricultural application. *New Phytologist*, 2024; 242.

SANTOS HG, et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Brasília: Embrapa. 2018.

SIQUEIRA APP, SIQUEIRA MFB. Bokashi: adubo orgânico fermentado, 2013; Niterói: Programa Rio Rural.

SEMBIRING N, et al. The eucalyptus footprint: tracing the economic and ecological impacts of sustainable plantations. *Earth and Environmental Science*, 2025; 1563.