

Mudas de castanha-do-gurguéia micorrizadas sob níveis de esterco de caprinos

José Jeremias Fernandes Oliveira¹, Tamnata Ferreira Alixandre², João Marcos Sousa Miranda³

¹Instituto Federal do Tocantins, Rodovia TO 040, Km 349, Loteamento Rio Palmeira, Lote 01, CEP 77300-000, Dianópolis, TO, Brasil

²Universidade Federal do Piauí, Campus da Socopo, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil

³Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037 - CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil

*Autor correspondente:
jeremias@agronomo.eng.br

Termos para indexação:
Dipteryx lacunifera Ducke
Claroideoglossum etunicatum
Orgânico

Index terms:
Dipteryx lacunifera Ducke
Claroideoglossum etunicatum
Organic

Histórico do artigo:

Recebido em 18 maio 2014

Aprovado em 09 set 2015

Publicado em 30 set 2015

doi: 10.4336/2015.pfb.35.83.711

Resumo - A hipótese testada foi de que ocorre potencialização do crescimento de mudas castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) em substrato formado com esterco caprino e inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum*. Aos 90 dias após a semeadura foram avaliados: altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, número de folíolos, comprimento radicular, diâmetro radicular, volume radicular, números de raízes secundárias, massa seca de raízes e, massa seca da parte aérea. Os índices de qualidade de mudas avaliados foram a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do caule, a relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz e o índice de qualidade de Dickson. A inoculação do substrato com o isolado *C. etunicatum* promove o crescimento e incremento de fitomassa de mudas de castanha-do-gurguéia. O nível de 10% de esterco de caprino em areia promoveu o crescimento de mudas de castanha-do-gurguéia.

Dipteryx lacunifera seedlings mycorrhizal levels in goat manure

Abstract - The hypothesis tested was the improved growth of castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) seedlings inoculated with *Claroideoglossum etunicatum* growing in a substrate formed with goat manure. Ninety days after sowing, we evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, number of leaflets, root length, root diameter, root volume, secondary root numbers, root dry mass, shoot dry mass. The indices of quality seedlings were evaluated the relationship between shoot height and stem diameter, the relationship between shoot dry mass and root dry mass, and the Dickson quality index. Inoculation of the substrate with the isolated *Claroideoglossum etunicatum* promotes growth and increase in biomass for castanha-do-gurguéia seedlings. The level of 10% of goat manure in sand promoted the growth of castanha-do-gurguéia seedlings.

Introdução

A castanheira-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke), igualmente conhecida como fava-de-morcego e garampara, pertence à família Fabaceae (Ribeiro et al., 2012). A espécie pode ser encontrada nas Regiões Norte, Nordeste e Central do Brasil, na Venezuela e na América Central (Costa Rica e Panamá) (Vieira Júnior et al., 2007). A espécie apresenta potencial de

comercialização pelo valor nutricional de seus frutos, que são fonte de fósforo, potássio, magnésio, fibra bruta, carboidratos totais e energia bruta (Ribeiro et al., 2012). A castanheira-do-gurguéia possui elevado teor de lipídios (41,9%), moderados de proteínas (14,1%) e cinzas (2,5%) na noz, que pode ser usada como ingrediente na produção de barras de cereais (Carvalho et al., 2008).

Para desenvolver uma cultura com potencial econômico existe a necessidade de informações básicas, iniciando-se pelas recomendações técnicas para a produção de mudas (Falcão Neto et al., 2011). A etapa de produção das mudas é de importância relevante no sistema produtivo, pois influencia diretamente o desempenho final da planta, tanto produtivo quanto nutricional (Costa et al., 2011).

Os parâmetros de avaliação de qualidade de mudas ainda não seguem um modelo padrão ou método ideal de avaliação. Os parâmetros morfológicos têm sido os mais utilizados na determinação de um padrão de qualidade, devido à facilidade de mensuração ou visualização (Bomfim, 2007).

O uso de biotecnologias através de microrganismos benéficos ao crescimento vegetal e resíduos orgânicos na produção de mudas pode reduzir os custos com adubação e tornar-se uma opção que promova a sustentabilidade ambiental. Para tanto, surge a necessidade de se realizar estudos preliminares para a produção de mudas combinando-se isolados de microrganismos e resíduos orgânicos.

Dentre os microrganismos com potencial para promover o crescimento em organismos vegetais estão os fungos micorrízicos arbusculares (FMA). A inoculação com FMA é recomendada, sobretudo para as culturas que passam por uma fase de viveiro, ou seja, pela fase de produção de mudas no qual se utiliza com frequência subsolo e/ou solo esterilizado, visando à eliminação de patógenos (Souza et al., 2006).

O benefício para o crescimento das plantas pelos FMA pode ser relacionado à ação biofertilizadora e biorreguladora sobre o hospedeiro, por meio de mecanismos de aumento da absorção e utilização de nutrientes do solo (Malusá et al., 2012), maior acesso aos nutrientes pouco móveis no solo (Cardoso et al., 2010), produção e acúmulo de substâncias reguladoras de crescimento (García-Garrido & Ocampo, 2002) e alterações bioquímicas e fisiológicas nas plantas micorrizadas (Ramos et al., 2009).

O nível de fertilidade, condição biológica e teor de matéria orgânica do substrato podem afetar a relação de especificidade e o caráter da simbiose, passando de uma relação mutualista para parasítica sobre o hospedeiro. Uma vez que a matéria orgânica apresenta elevadas concentrações de nutrientes, pode ocorrer depressão na micorrização e conseqüentemente nos benefícios à planta hospedeira (Moreira & Siqueira, 2006). A hipótese a ser testada é que ocorre potencialização do crescimento e qualidade de mudas castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) em substrato formado com esterco caprino e inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum*.

Esta pesquisa teve como objetivo mensurar a influência da inoculação com *Claroideoglossum etunicatum* em substrato formado com níveis de esterco caprino nos parâmetros de crescimento, índices de qualidade e eficiência micorrízica em mudas de castanha-do-gurguéia.

Material e métodos

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, protegida com sombrite com 50% de luminosidade, no Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí, no período de 10 de outubro de 2011 a 14 de dezembro de 2011. O local de estudo localiza-se em Bom Jesus, PI, a 09° 04' 28" Sul, 44° 21' 31" Oeste, em altitude média de 277 m.

No decorrer do período do experimento a temperatura média e umidade relativa do ar (thermo-higrometro digital, modelo ITHT 2250 instrutemp®), foram monitoradas diariamente, as 15 h (Figura 1).

Foram usados como substrato combinações de areia e esterco caprino, curtido por 60 dias, seco ao ar. O esterco foi homogeneizado e caracterizado quimicamente, apresentando pH (CaCl₂) 6,6, com valores médios para os macronutrientes, em g kg⁻¹, de 350 (C), 10,2 (N), 4,35 (P), 2,25 (Ca), 1,24 (Mg), 8,5 (K) e 0,7 (S), e para os micronutrientes, em mg kg⁻¹, de 32 (Cu), 145 (Mn) e 76 (Zn).

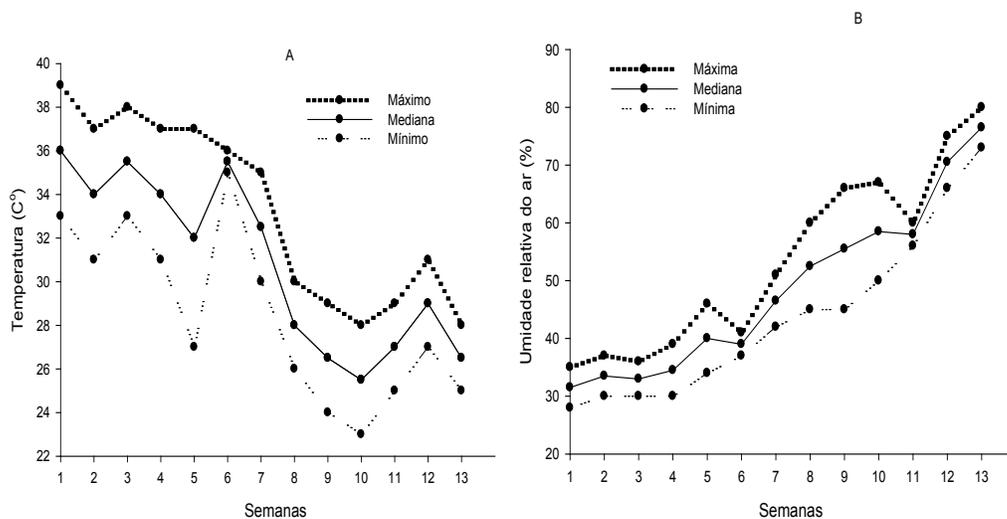


Figura 1. Temperatura (°C) (A) e umidade relativa do ar (%) (B) no interior da casa de vegetação, registradas durante o período (semanas) de execução do experimento, no Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí, no município de Bom Jesus, PI.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com oito repetições em esquema fatorial 3 x 4, correspondentes a i) um isolado de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (*Claroideoglossum etunicatum*), FMA nativos e tratamento controle (sem inoculação); ii) quatro níveis de esterco caprino (10%, 20%, 40% e 80% das concentrações do substrato de areia).

O substrato, em suas proporções de esterco caprino, foi peneirado em peneira com malha de 4 mm, esterilizado em autoclavagem durante 120 min, à temperatura de 100 °C e pressão de 1 atm, sendo, em seguida, colocado em sacos plásticos com capacidade para 1 dm³ de volume.

A inoculação foi realizada antes da semeadura a 0,04 m de profundidade com 20 mL de inoculante contendo esporos, raízes colonizadas e fragmentos de hifas do fungo *Claroideoglossum etunicatum* oriundo do banco de FMA da UFPI, campus CPCE e os tratamentos com FMA nativos foram inoculados com 20 mL de solo superficial coletado no município de Bom Jesus, PI. Os tratamentos sem FMA receberam volume 20 mL de solo autoclavado (por 120 min a 100 °C), a 0,04 m de profundidade.

Todos os substratos que foram autoclavados receberam 20 mL de solução com concentração de 10 cm³ de solo por 6 dm³ de água destilada. A solução foi filtrada em peneira de malha 45 µm e posteriormente filtrada novamente em papel filtro (retendo propágulos de FMA nativos). O filtrado foi aplicado com a finalidade de

promover o equilíbrio da microbiota entre os substratos (Carneiro et al., 2010).

As sementes foram selecionadas manualmente, padronizadas pela coloração, tamanho e densidade e desinfetadas com imersão em solução de hipoclorito de sódio a 5% por 20 min (Couto et al., 2004). A germinação ocorreu em papel filtro no decorrer dos primeiros cinco dias e, posteriormente, as plântulas foram transferidas para sacos plásticos.

Aos 90 dias após a semeadura foram avaliados: altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e número de folíolos. Em seguida, as plantas foram separadas em parte aérea e sistema radicular, para determinação do comprimento radicular, diâmetro radicular, volume radicular, números de raízes secundárias, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea. Para mensuração das massas secas, o material vegetal foi acondicionado em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até atingir peso constante.

Os índices de qualidade de mudas avaliados foram: i) relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do caule (RAD), ii) relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca das raízes (RPAR) e iii) índice de qualidade de Dickson (IQD). O IQD foi determinado através da fórmula $IQD = (biomassa\ total / RAD + RPAR)$, conforme Dickson et al. (1960).

A taxa de colonização micorrízica foi determinada de acordo com a metodologia de Giovannetti & Mosse (1980). Amostras radiculares lavadas e diafanizadas com

solução KOH (10%) por 12 h, sendo posteriormente foram tratadas com H₂O₂ (3%) durante 40 min e transferidas para HCl (1%). O corante utilizado foi o azul de tripano. A taxa de colonização radicular foi determinada pela observação microscópica em raízes de comprimento de 0,01 m, paralelas sob placa de Petri.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste “F”, para diagnóstico de efeito significativo (1 e 5% de significância). As médias do fator tratamentos micorrízicos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey (5% de significância), utilizando o software “Assistat”, versão 7.6 beta. Os níveis de esterco foram submetidos à análise quantitativa de regressão polinomial (a 5% de significância) e posteriormente

foram construídas as curvas de tendência pelo *software* “Sigmaplot” versão 10.0.

Resultados e discussão

A inoculação influenciou a massa seca da parte aérea, a altura da parte aérea e o diâmetro do caule. Os níveis de esterco proporcionaram efeito significativo sobre os parâmetros de crescimento da parte aérea sem interagir com a inoculação, exceto na massa seca da parte aérea. A inoculação promoveu efeito sobre o diâmetro radicular e a massa seca da raiz. Os níveis de esterco influenciaram todos os parâmetros de crescimento radiculares (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis de significância na análise da variância para as variáveis de crescimento de mudas de castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) produzidas em substrato inoculado com o fungo *Claroideoglossum etunicatum* sob diferentes níveis de esterco caprino.

Fonte de variação	Massa seca da parte aérea	Altura da parte aérea	Diâmetro do caule	Número de folhas	Número de folíolos
Inoculação (I)	1.913,42 **	10,15 **	3,48 *	1,79 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Esterco (E)	53.962,77 **	6,12 **	5,10 **	10,1 **	13,42 **
I x E	15.338,92 **	0,71 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,05 ^{ns}
CV (%)	8,5	21,89	12,41	18,59	19,85

Fonte de variação	Comprimento radicular	Diâmetro radicular	Volume radicular	Número de raízes secundárias	Massa seca da raiz
Inoculação (I)	2,28 ^{ns}	14,41 **	0,66 ^{ns}	2,06 ^{ns}	123,92 **
Esterco (E)	22,50 **	10,11 **	4,97 **	10,08 **	295,07 **
I x E	0,42 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,12 *	0,65 ^{ns}	51,69 **
CV (%)	11,44	16,22	28,12	28,61	8,17

CV = coeficiente de variação; NS = não significativo; ** e * = significativo ao nível de 1% de probabilidade e 5% de probabilidade.

O isolado, *Claroideoglossum etunicatum*, promoveu incrementos na massa seca da parte aérea (14,6%), altura da parte aérea (21%) e diâmetro do caule (10%), em relação ao tratamento sem inoculação.

A massa seca da parte aérea foi beneficiada pela inoculação com *C. etunicatum*, no entanto ocorreram os maiores valores na massa seca de raízes nas mudas sem inoculação. Possivelmente, esta ocorrência foi devido a mecanismos de aumento do desempenho radicular, uma vez que plantas com deficiência nutricional tipicamente alocam carbono nas raízes, o que resulta no crescimento das raízes e comprometimento da parte aérea (Almeida et al., 2000). Esse resultado evidencia, também, que a simbiose não somente incrementava a massa seca

vegetal, mas também influenciou a proporção de distribuição entre a parte aérea e raízes (Diniz, 2007).

A inoculação com *Claroideoglossum etunicatum* potencializou o crescimento da parte aérea das mudas de castanha-do-gurguéia em relação aos FMA nativos. Esse benefício para o crescimento da planta inoculada depende da compatibilidade entre isolado e hospedeiro, associados às condições ambientais predominantes (Souza et al., 2006; Angelini, 2008). Deve-se considerar que em substrato autoclavado não houve interferência de fatores bióticos danosos aos FMA, pois podem ocorrer efeitos antagônicos da biota nativa do solo, como predação, ações tóxicas e produção de substâncias fungistáticas (Michereff et al., 2005), além

da competição entre FMA nativos (Schiavo et al., 2010). Entretanto, Sugai et al. (2011) ressaltam a importância da diversidade de espécies de FMA na condição natural, independentemente da contribuição individual de uma determinada espécie, para uma condição de ambiente modificado.

Dentre as condições ambientais do substrato, a matéria orgânica exerce influência na estrutura, composição de nutrientes e na capacidade de armazenar água, o que pode influenciar direta ou indiretamente a atuação dos FMA (Cavalcante et al., 2009). Também, pode atuar como regulador da relação simbiótica, pois, segundo Moreira & Siqueira (2006), a matéria orgânica pode apresentar elevada taxa de liberação de nutrientes, causando a depressão na micorrização e, conseqüentemente, nos benefícios ao hospedeiro. Porém, apenas a massa seca da parte aérea, o volume e o diâmetro radiculares demonstraram interação dos níveis de esterco com a inoculação.

No nível de 10% de esterco, as mudas inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum* apresentaram incremento de 15% na massa seca da parte aérea em relação às mudas sem inoculação. Houve decréscimo na massa seca da parte aérea em função do incremento de esterco, onde para cada 1% de esterco adicionado acarretou redução de 47,94 mg; 41,99 mg e 40 mg, respectivamente, nos tratamentos inoculados com *Claroideoglossum etunicatum*, FMA nativos e sem inoculação (Figura 2).

Níveis crescentes de esterco promoveram decréscimo exponencial na altura da parte aérea de 0,03 cm e no diâmetro do caule de 0,006 mm para cada 1% de esterco adicionado. No entanto, as quantidades de folhas e folíolos decresceram em função da elevação dos níveis de esterco de modo incipiente, pois para haver redução de uma folha por muda estimou-se um acréscimo de 47% de esterco e de 5% de esterco para reduzir um folíolo por muda (Figura 3).

Houve redução linear no comprimento radicular (0,102 cm) e de diâmetro radicular (0,0142 mm) para

cada 1% de esterco adicionado. No nível de 10% de esterco as mudas inoculadas com *Claroideoglossum etunicatum* apresentaram decréscimo de 15% na massa seca de raízes em relação às mudas sem inoculação. O volume radicular em substrato inoculado com FMAs nativos não foi afetado pelos níveis de esterco caprino, enquanto que na ausência de inoculação aconteceu redução linear com acréscimo de esterco. Quando inoculado com *Claroideoglossum etunicatum*, ocorreu comportamento quadrático em que 40% de esterco proporcionou o máximo volume radicular (2,15 cm³) (Figura 4).

De modo geral, o desenvolvimento aéreo e radicular das mudas comportou-se inversamente proporcional aos níveis de esterco, denotando elevada rusticidade e adaptabilidade da espécie em ecossistemas com baixa disponibilidade de nutrientes. Falcão Neto et al. (2011), avaliando características biométricas de mudas de castanha-do-gurguéia fertilizadas com macronutrientes primários e calagem, observaram que as mudas dessa espécie têm baixa exigência de macronutrientes. A resposta negativa das mudas ao incremento de material orgânico evidencia efeito fitotóxico, também demonstrado em mudas do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) por Santos et al. (2011), possivelmente relacionado ao excesso de nutrientes e desequilíbrio na absorção de nutrientes antagonísticos.

A inoculação apenas afetou a relação massa seca da parte aérea com massa seca das raízes (RPAR), dentre os índices de qualidade de mudas. As mudas sem inoculação apresentaram maior RPAR, evidenciando distribuição mais uniforme da biomassa entre as partes aérea e radicular em relação às mudas com FMA, pois as inoculadas apresentaram maior alocação da massa seca na parte aérea em relação às raízes. O isolado *Claroideoglossum etunicatum* apresentou superioridade nas taxas de colonização e densidade de glomerosporos em relação aos FMA nativos (Tabela 2).

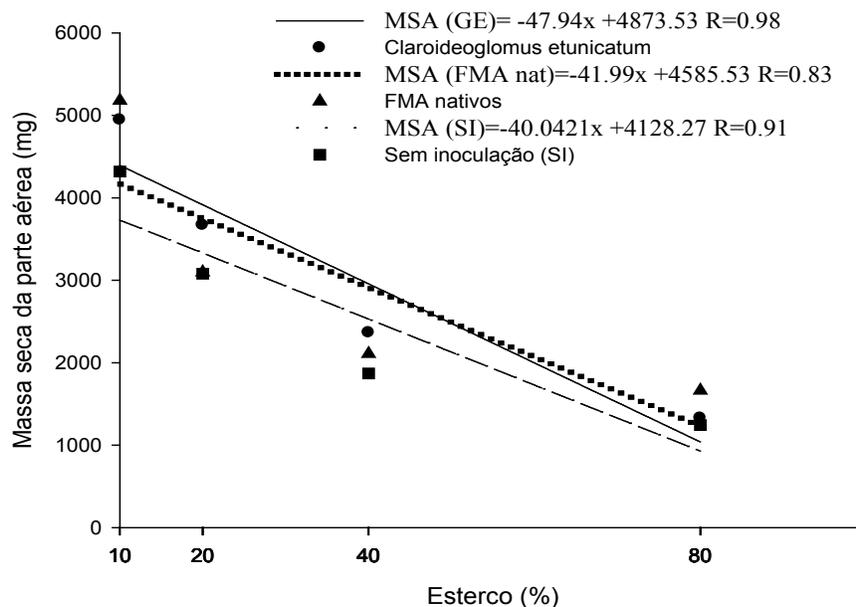


Figura 2. Massa seca da parte aérea de mudas de castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) produzidas em substrato inoculado com o fungo *Claroideoglomus etunicatum* sob inclusão de níveis de esterco de caprino.

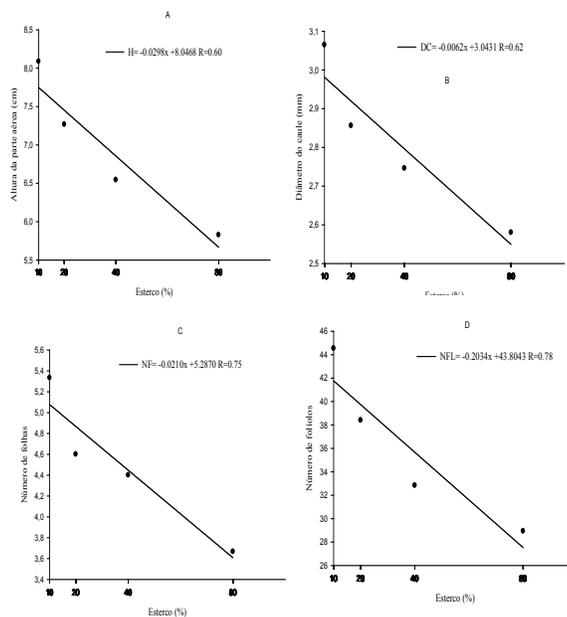


Figura 3. Altura da parte aérea (A), diâmetro do caule (B), número de folhas (C) e de folíolos (D) de mudas de castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) produzidas em substrato inoculado com o fungo *Claroideoglomus etunicatum* com inclusão de diferentes níveis de esterco de caprino.

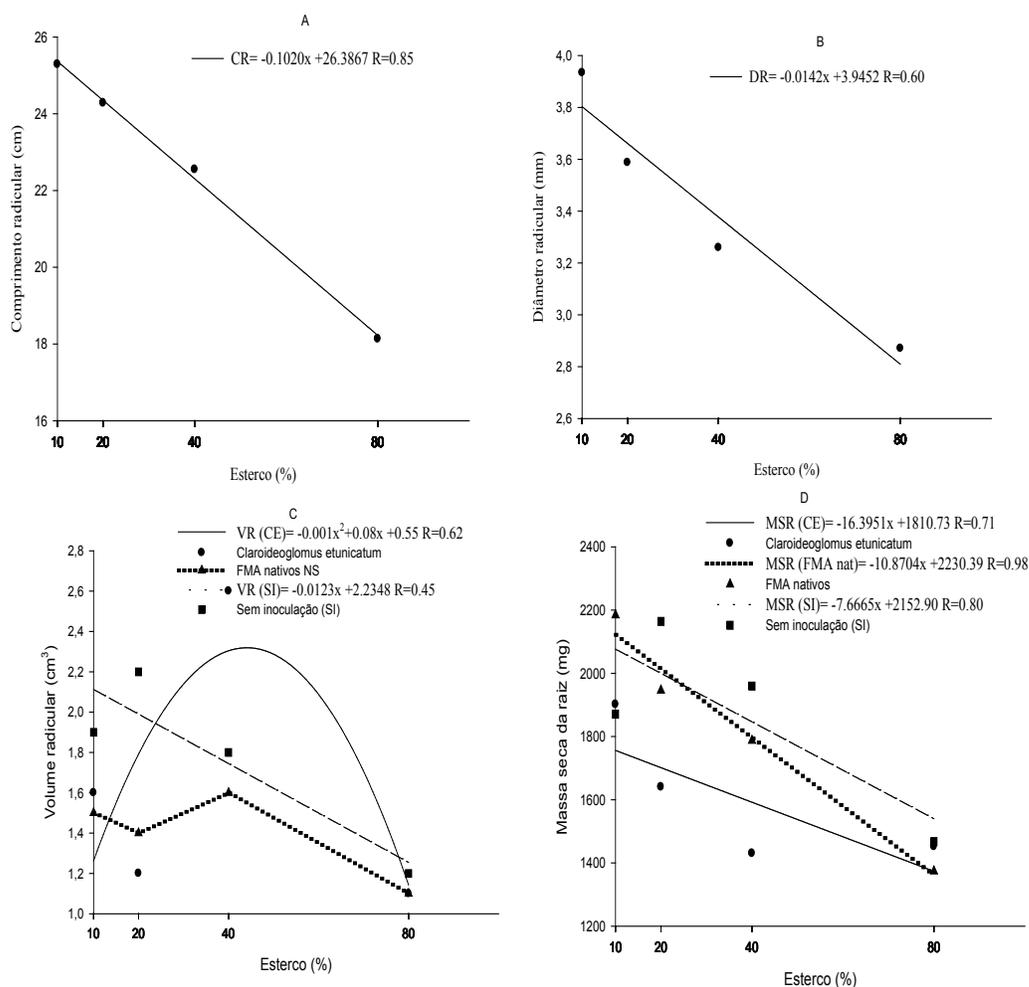


Figura 4. Comprimento radicular (A), diâmetro radicular (B), volume radicular (C) e massa seca da raízes (D) de mudas de castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) produzidas em substrato inoculado com *Claroideoglossum etunicatum* com inclusão de diferentes níveis de esterco de caprino.

Tabela 2. Índices de qualidade de mudas, densidade de glomerosporos e colonização radicular em mudas de castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) produzidas em substrato inoculado com o fungo *Claroideoglossum etunicatum* com inclusão de diferentes níveis de esterco caprino.

Fonte de variação	RAD	RPAR	IQD	Densidade de glomerosporos	Colonização radicular
Inoculação (I)	0,82 ^{ns}	489,99 ^{**}	0,35 ^{ns}	251,54 ^{**}	741,04 ^{**}
Esterco (C)	1,70 ^{ns}	2.275,91 ^{**}	21,59 ^{**}	115,23 ^{**}	66,89 ^{**}
I x C	1,23 ^{ns}	183,39 ^{**}	0,95 ^{ns}	28,81 ^{**}	17,43 ^{**}
CV (%)	60	6,0	36,80	22,56	13,89

RAD = relação entre altura da parte aérea e diâmetro do caule; RPAR = relação entre massa seca da parte aérea com massa seca das raízes, IQD = índice de qualidade de Dickson; CV = coeficiente de variação; FMA = fungos micorrízicos arbusculares; NS = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; * = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os níveis crescentes de esterco promoveram aumento linear na RPAR, o que indica aumento da massa da parte aérea com redução da massa seca de raízes proporcionalmente ao incremento de esterco (Figura 5). No entanto, o incremento da RPAR corrobora para a aproximação dos valores de 1 a 3, mencionados por Cruz et al. (2006), como ideais para mudas com qualidade. O equilíbrio da repartição da fitomassa e robustez das mudas, segundo Freitas et al. (2012), podem ser estimados pelo IQD, o que correu positivamente nesta pesquisa, independentemente do nível de esterco caprino aplicado, considerando-se que a amplitude do índice dentro dos níveis testados apresentou-se dentro do recomendado por Hunt (1990).

A esporulação e a colonização radicular ocorreram de modo inversamente proporcional aos incrementos de esterco caprino no substrato. A colonização radicular e a esporulação são influenciadas por diversos fatores externos, como o teor de nutrientes, principalmente fósforo (Pouyu-Rojas et al., 2006), uma vez que ocorre redução da esporulação e da colonização em função da elevação do nível de fertilidade no substrato (Silva et al., 2006), ratificando o efeito de autorregulação da simbiose, pois em meio ótimo de fósforo ocorre baixo estímulo à colonização (Almeida, 2007).

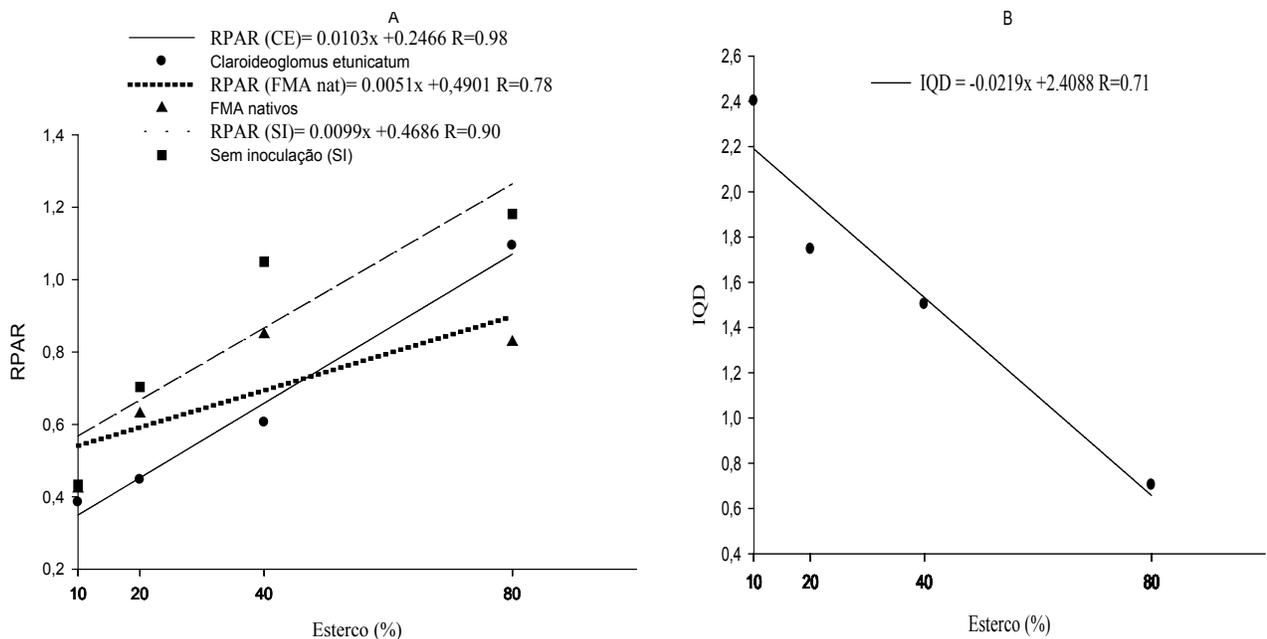


Figura 5. Relação massa seca da parte aérea com massa seca das raízes e volume radicular (A) e índice de qualidade de Dickson (B) (*Dipteryx lacunifera* Ducke) produzidas em substrato inoculado com *Claroideoglossum etunicatum*, com inclusão de diferentes níveis de esterco de aprisco.

Conclusões

A inoculação do substrato com o isolado *Claroideoglossum etunicatum* promoveu o crescimento e incremento de fitomassa de mudas de castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera*).

O nível de 10% de esterco caprino em areia incrementa o crescimento de mudas de castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera*).

Referências

- ALMEIDA, J. P. F.; HARTWIG, U. A.; FREHNER, M.; NOSBERGER, J.; LUSCHER, A. Evidence that P deficiency induces N feedback regulation of symbiotic N₂ fixation in white clover (*Trifolium repens* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, n. 51, p. 1289-1297, 2000.
- ALMEIDA, R. S. **Perfil fisiológica e da expressão de transportadores de fosfato da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) durante a simbiose com micorriza arbuscular.** 2007. 188 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- ANGELINI, G. A. R. **Seleção de fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrizas para simbiose eficiente com leguminosas arbóreas de gênero *Acacia***. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- BOMFIM, A. A. **Qualidade de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacolas plásticas e seu desempenho no campo**. 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- CARDOSO, E. J. B. N.; CARDOSO, I. M.; NOGUEIRA, M. A.; MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; PAULA, A. L. M. Micorrizas arbusculares na aquisição de nutrientes pelas plantas. In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. N.; TSAI, S. M. **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavra: UFLA, 2010, p. 153-214.
- CARNEIRO, R. F. V.; MARTINS, M. A.; VÁSQUEZ, H. M.; DETMANN, E. Doses de fósforo e inoculação micorrízica no cultivo de estilosantes em solo sob condições naturais. **Archivos Zootecnia**, Córdoba, n. 227, p. 415-426, 2010.
- CARVALHO, M. G.; COSTA, J. M. C.; SOUZA, V. A. B.; MAIA, G. A. Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, n. 39, p. 517-523, 2008.
- CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da simbiose micorrízica arbuscular. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, n. 5, v. 6, p. 180-208, 2009.
- COSTA, E.; DURANTE, L. G. Y.; NAGEL, P. L.; FERREIRA, C. R.; SANTOS, A. Qualidade de mudas de berinjela submetidas a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, n. 42, p. 1017-1025, 2011.
- COUTO, J. M. F.; OTONI, W. C.; PINHEIRO, A. L.; FONSECA, E. P. Desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, n. 28, v. 5, p. 633-642, 2004.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeitos da adubação nitrogenada na produção de sete cascas (*Samanta inopinada* (Arns) Dossê). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, n. 30, v. 4, p. 537-546, 2006.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlingstock in nurseries. **Forest Chronicle**, n. 36, p. 10-13, 1960.
- DINIZ, P. F. A. **Influência do fungo micorrízico arbuscular (*Glomus clarum*) sobre características biofísicas, nutricionais, metabólicas e anatômicas em plantas jovens de seringueira**. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- FALCÃO NETO, R.; SILVA JÚNIOR, G. B.; ROCHA, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, M. Z. B. Características biométricas de mudas de castanha-do-gurguéia em função de calagem e NPK. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, n. 42, v. 4, p. 940-949, 2011.
- FREITAS, G. A.; VAZ, A. M.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O.; LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerobolium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, n. 3, v. 3, p. 5-12, 2012.
- GARCÍA-GARRIDO, J. M.; OCAMPO, J. A. Regulation of the plant defence response in arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, n. 373, p.1377-1386, 2002.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, Cambridge, n. 84, v. 3, p. 489-500, 1980.
- HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings**. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.
- MALUSÁ, E.; SAS-PASZ, L.; CIESIELSKA, J. Technologies for beneficial microorganisms inocula used as biofertilizers. **The Scientific World Journal**, v. 2012, article ID 491206, Apr. 2012. DOI: 10.1100/2012/491206
- MICHEREFF, S. J.; PERUCH, L. A. M.; ANDRADE, D. E. Manejo integrado de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Ed da UFRPE, 2005. p. 367-387.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: Ed UFLA, 2006. 729 p.
- POUYU-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O.; SANTOS, J. G. D. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, n. 30, p. 413-424, 2006.
- RAMOS, A. C.; MARTINS, M. A.; OKOROKOV-FAÇANHA, A. L.; OLIVARES, F. L.; OKOROKOV, L. A.; SEPULVEDA, N.; FEIJÓ, J. A.; FAÇANHA, A. R. Arbuscular mycorrhizal fungi induce differential activation of the plasma membrane and vacuolar H⁺ pumps in maize roots. **Mycorrhiza**, Berlin, n. 2, p. 69-80, 2009.
- RIBEIRO, F. S. C.; SOUZA, V. A. B.; LOPES, A. C. A. Características físicas e composição químico-nutricional do fruto de castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, n. 43, v. 2, p. 301-311, 2012.
- SANTOS, L. C. R.; COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; NARDELLI, E. M. V.; SOUZA, G. S. A. Ambientes protegidos e substratos com doses de composto orgânico comercial e solo na formação de mudas de jatobazeiro em Aquidauana-MS. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, n. 31, v. 2, p. 249-259, 2011.
- SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A.; RODRIGUES, L. A. Crescimento de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis*, inoculadas com fungos micorrízicos, em casa-de-vegetação e em cava de extração de argila. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, n. 32, v. 1, p. 171-178, 2010.

SILVA, M. A.; SILVA, F. S. B.; YANO-MELO, A. M.; MELO, N. F.; MAIA, L. C. Fungos micorrízicos arbusculares e vermicomposto na aclimação de *Alpinia purpurata* (Viell.) Schum e *Zingiber spectabile* Griff. (Zingiberaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, n. 20, v. 2, p. 249-256, 2006.

SOUZA, V. C.; SILVA, R. A.; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A. F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, n. 10, v. 3, p. 612-618, 2006.

SUGAI, M. A. A.; COLLIER, L. S.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Inoculação micorrízica no crescimento de mudas de angico em solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas, n. 70, v. 2, p. 416-423, 2011.

VIEIRA JÚNIOR, G. M.; SILVA, H. R.; BITTENCOURT, T. C.; CHAVES, M. H. Terpenos e ácidos graxos de *Dipteryx lacunifera* Ducke. **Química Nova**, São Paulo, n. 30, v. 7, p. 1658-1662, 2007.