

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ADUBAÇÃO  
FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PARICÁ**

**VANESSA NASCIMENTO BRITO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
JULHO – 2013**

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ADUBAÇÃO  
FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PARICÁ

**VANESSA NASCIMENTO BRITO**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Marco Antonio Martins

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
JULHO – 2013

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 093/2013

Brito, Vanessa Nascimento

Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá / Vanessa Nascimento Brito. – 2013. 63 f. : il.

Orientador: Marco Antonio Martins.

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

Bibliografia: f. 46 – 58.

1. FMAs 2. Fósforo 3. Paricá 4. Espécie florestal I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 631.4

# FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PARICÁ

**VANESSA NASCIMENTO BRITO**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 04 de julho de 2013

Comissão Examinadora:

---

Prof<sup>o</sup>. Alessandro Coutinho Ramos (D.Sc., Produção Vegetal) – UVV

---

Prof<sup>a</sup>. Marta Simone Mendonça Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof<sup>o</sup>. Cláudio Roberto Marciano (D.Sc., Solos e Nutrição de Plantas) –  
UENF

---

Prof<sup>o</sup>. Marco Antonio Martins (Ph. D., Microbiologia do Solo) – UENF  
Orientador

*A Deus, por tudo o que sou, por mais uma etapa concluída. Eu Te louvo por teu imenso amor. Tua presença é real em meu viver.*

**Ofereço**

*À minha querida e amada mãe, Lene (in memoriam). Saudades de ter você aqui perto de mim. Te amo!*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele eu nada seria. Pela força que me deste todos os dias para que eu fosse capaz de seguir em frente diante de todas as adversidades que eu me deparei, ter força e vencer.

À minha família, pelo apoio oferecido em mais uma etapa da minha caminhada rumo à minha formação, pois sem a sua participação, eu nada teria conseguido. Meus pais Paulo Rocha Brito e Maria Olení Luiza do Nascimento (*in memoriam*), meu irmão Saulo Nascimento Brito e minhas tias Ivanete, Adriana, Fátima, pela atenção, amor, carinho, compreensão e constante incentivo.

Em especial, agradeço ao meu noivo Sérgio Felipe, pelo companheirismo, cumplicidade, amor, paciência e dedicação oferecidos em cada segundo na construção desta história.

Às minhas queridas amigas Áurea Izabel, Aurilena Aviz, Jackeline Siqueira e Nayara Oliveira, presentes em todos os momentos.

Ao Professor Dr. Marco Antonio Martins, pela orientação concedida, pelos ensinamentos, sugestões e apoio em todas as etapas da construção dessa dissertação.

À Professora Dr<sup>a</sup> Marta Simone Mendonça Freitas, pela participação em todas as fases da construção dessa dissertação.

Aos meus professores da Graduação Dr. Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição, Candido de Oliveira Neto e Ítalo Alberio.

À Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de estudo cedida durante o curso.

Aos amigos da UENF: Mirian Peixoto, Jocarla, Ivana, Cyntia, Taiane, Fernanda.

Aos amigos do Laboratório de Microbiologia do solo: Letícia, Késsia, Élida, Andréia, Sumaya, Fernando...enfim, a todos, inclusive aos que eu possa ter esquecido de mencionar aqui nestas poucas linhas.

Um agradecimento a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal que contribuíram para minha formação.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a finalização desta etapa tão importante na minha vida.

**MUITO OBRIGADA!!!**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 Paricá - <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby.....	4
2.2 Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) .....	6
2.3 Importância da simbiose dos FMAs com essências florestais.....	7
2.4 Importância da qualidade de mudas .....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
3.1 Localização e delineamento experimental.....	12
3.2 Preparo do substrato .....	13
3.3 Preparo do inóculo dos FMAs .....	14
3.4 Produção e inoculação das mudas .....	14
3.5 Colheita e análises realizadas.....	15
3.5.1 Avaliação de matéria seca e nutricional das mudas.....	15
3.5.2 Porcentagem de colonização micorrízica .....	16
3.5.3 Análise estatística.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18



4.1 Crescimento das mudas.....	18
4.1.1 Altura .....	18
4.1.2 Matéria seca da parte aérea.....	21
4.1.3 Área foliar .....	23
4.1.4 Matéria seca da raiz .....	24
4.1.5 Diâmetro do colo .....	26
4.1.6 Colonização micorrízica .....	28
4.2 Qualidade das mudas.....	30
4.3 Conteúdos de N, P, K, Ca, Mg e S da matéria seca da parte aérea das mudas de paricá .....	35
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
APÊNDICE .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Altura das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	19
Tabela 2: Matéria seca da parte aérea (MSPA) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	21
Tabela 3: Área foliar (AF) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	23
Tabela 4: Matéria seca da raiz (MSR) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.....	25
Tabela 5: Diâmetro do coleto das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.....	26
Tabela 6: Relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	31
Tabela 7: Relação parte aérea/raiz (PA/R) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	32

Tabela 8: Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	34
Tabela 9: Conteúdo de P nas mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	36
Tabela 10: Conteúdo de K nas mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.....	38
Tabela 11: Conteúdo de Ca nas mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.....	40
Tabela 12: Conteúdo de Mg nas mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.....	41

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Temperatura ambiente (máxima e mínima diária) na casa de vegetação durante a condução do experimento .....	12
Figura 2: Altura das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	20
Figura 3: Matéria seca da parte aérea (MSPA) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	23
Figura 4: Área foliar (AF) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	24
Figura 5: Matéria seca da raiz (MSR) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.....	26
Figura 6: Diâmetro das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	27
Figura 7: Colonização micorrízica em raízes de mudas de paricá aos 75 dias após a semeadura. ....	29

Figura 8: Relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	31
Figura 9: Relação parte aérea/raiz (PA/R) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura .....	33
Figura 10: Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.....	35
Figura 11: Conteúdo de P das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.....	37
Figura 12: Conteúdo de K das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura. ....	39
Figura 13: Conteúdo de Ca das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura... ..	41
Figura 14: Conteúdo de Mg das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura. ....	42
Figura 15: Conteúdo de S das mudas de paricá em função da adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura. ....	42

## RESUMO

BRITO, Vanessa Nascimento, Eng. Agrônoma, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Julho de 2013. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. Orientador: Prof<sup>o</sup>. Marco Antonio Martins.

O conhecimento do potencial de produção de espécies na fase de viveiro pode contribuir para a manutenção das florestas através do desenvolvimento de mudas com qualidade, em menor tempo e em condições acessíveis que possibilitem o aumento da sobrevivência no campo. Os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos da inoculação de FMAs e nutrição fosfatada no crescimento, nutrição e qualidade inicial de plantas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby). O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante 75 dias, com delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com esquema fatorial 4x4. Para o primeiro fator foram utilizados espécies de fungos micorrízicos arbusculares: *Glomus clarum* (Nicolson e Schenck, 1979), *Gigaspora margarita* (Becker e Hall, 1976), o inóculo misto (*G. clarum* + *G. margarita*) e o controle (sem FMAs). Para o segundo fator foi utilizado quatro doses de fósforo (P): 0, 60, 120 e 180 mg kg<sup>-1</sup> P, totalizando assim 16 tratamentos com 4 repetições. As mudas foram produzidas a partir de sementes semeadas diretamente no vaso. O substrato para a produção das mudas foi composto por uma mistura de solo e areia na proporção de 1:1 (v/v), esterilizado. Foram avaliadas as variáveis

altura, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, área foliar, diâmetro do caule, colonização micorrízica e o conteúdo de N, P, K, Ca, Mg e S do tecido vegetal da parte aérea das mudas de paricá e calculados os índices de qualidade de mudas. Os resultados observados mostraram que a colonização micorrízica em conjunto com adubação fosfata aumentaram a qualidade da mudas de paricá. A porcentagem de colonização micorrízica foi maior nas mudas inoculadas com *G. clarum* e o inóculo misto, o que não foi observado para a espécie *G. margarita*, a qual obteve a menor porcentagem de colonização. O *G. clarum* e o inóculo misto na ausência da adubação fosfatada proporcionaram incremento para todas as variáveis analisadas de crescimento em relação ao controle, além de aumentar os conteúdos de P, K, Mg e Ca na matéria seca das mudas de paricá. Os conteúdos de P, Ca, K e Mg foram influenciados pelos FMAs e pelas doses de fósforo. Esta é uma prática viável a ser incorporada no processo de produção de mudas de paricá, a qual apresentou melhor qualidade, determinante para o êxito na formação de povoamentos florestais.

**Palavras-chave:** FMAs, fósforo, paricá, espécie florestal.

## ABSTRACT

BRITO, Vanessa Nascimento, Agricultural engineer, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. July 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate fertilization on seedling production of paricá. Advisor: Prof. Marco Antonio Martins.

Knowing the production potential of species in the nursery may contribute to the maintenance of forests through the development of quality seedlings, in less time and at affordable conditions which allow the increase in survival in the field. This study aims to assess the effects of AMFs inoculation and phosphate fertilization on growth, nutrition and initial quality of parica plants. The experiment was conducted in a greenhouse during 75 days, with fully randomized block and experimental design with factorial scheme 4 x 4. For the first factor, arbuscular mycorrhizal fungi were used: *Glomus clarum* (Nicolson and Schenck, 1979), *Gigaspora margarita* (Becker and Hall, 1976), mixed inoculum (*G. clarum* + *G. margarita*) and the control (no AMFs). For the second factor, four doses of phosphorus were used (P): 0, 60, 120 e 180 mg kg<sup>-1</sup> P, totaling 16 treatments with four replications. The seedlings were produced through seeds seeded directly in a vase. The substrate for seedling production consisted of a mixture of soil and sand in the ratio of 1:1 (v/v), sterile. The variables height, aboveground dry matter, mass of the aerial parts of the plants, leaf area, stem diameter, mycorrhizal colonization and N, P, K, Ca, Mg and S content in the plant tissue of the air part of the parica seedlings, and the quality level were



assessed. The results demonstrated that mycorrhizal colonization in addition to phosphate fertilization increased parica seedling quality. The percentage of mycorrhizal colonization was greater in seedlings inoculated with *G. clarum* and the mixed inoculum, which was not observed for the species *G. margarita*, which obtained the lowest percentage of colonization. *G. clarum* e the mixed inoculum in the absence of phosphate fertilization provided an increase in all variables of growth in relation to control, in addition to increasing P, K, Mg and Ca contents in dry matter of parica seedlings. The contents of P, Ca, K, and Mg were influenced by the AMFs and the doses of phosphorus. This is a viable practice to be incorporated into the process of producing parica seedlings, which featured better quality, crucial to the success in forming settlements in the forests.

**Keywords:** AMFs; phosphorus; parica; forest species.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior área de floresta do mundo, com cerca de 40% da cobertura florestal tropical do planeta (IMAZON, 2011), destacando-se a região amazônica, em razão da elevada biodiversidade e reconhecida importância como fornecedora de produtos e serviços ambientais para o planeta. No entanto, os índices de desmatamento registrado neste ecossistema preocupam pelos valores crescentes que evidenciam a transformação de áreas de florestas naturais para a produção de alimentos e/ou exploração madeireira.

O desmatamento acumulado na região amazônica no período de agosto de 2012 a abril de 2013 totalizou 1.570 quilômetros quadrados. Nesse período o aumento foi de 88% em relação ao período anterior (agosto de 2011 a abril de 2012), quando o desmatamento somou 836 quilômetros quadrados (Martins et al., 2013). De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6938/81) é necessário que se faça a recuperação de áreas degradadas em prol da proteção do meio ambiente. Dentre as estratégias adotadas faz-se o uso da revegetação com espécies arbóreas, que são importantes para a recuperação das características físicas, químicas e biológicas do solo (Moreira e Siqueira, 2006).

Nesse contexto, havendo necessidade de manutenção dos recursos genéticos florestais, assim como crescente demanda para recuperação das áreas desflorestadas, recuperação ou recomposição de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), amparadas pela Lei 12.727, de 17 de outubro de 2012, denominado de “Novo Código Florestal”, é essencial que se

desenvolvam pesquisas com espécies florestais nativas, a fim de subsidiar os diferentes projetos de recuperação florestal.

No Brasil, a revegetação com espécies arbóreas nativas é pequena comparada ao uso de espécies exóticas de interesse econômico, como o eucalipto. Isso ocorre devido à falta de conhecimentos sobre as espécies nativas em plantios comerciais e de tecnologia na implantação de áreas extensas (Flores-Aylas, 2003). Além disso, faltam estudos sobre suas exigências nutricionais e relações ecológicas, como, por exemplo, sua capacidade de formar simbioses com fungos micorrizos arbusculares (Lacerda et al., 2011).

A maioria das espécies florestais nativas é propagada via sexuada, assim é fundamental que se tenha subsídios científicos que promovam produção de mudas em grande quantidade e qualidade, num período cada vez mais rápido, facilitando desta forma o manejo e custo, principalmente de espécies de grande interesse comercial como é o caso do paricá.

O paricá [*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby] nativo da Amazônia, apresenta rápido crescimento e madeira utilizada na fabricação de laminados e celulose, principalmente (Sabogal et al., 2006; Lunz et al., 2010). Além disso, a madeira do paricá apresenta elevada cotação no mercado interno e externo, sendo usada principalmente na indústria de compensados, potencializando-se o uso desta espécie em programas de reflorestamento (Lunz et al., 2010).

Embora os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sejam de ocorrência generalizada nos ecossistemas tropicais, pesquisas sobre as relações entre este simbiote e seus hospedeiros são insuficientes para espécies arbóreas (Faria et al., 2013). A produção de mudas com espécies arbóreas nativas em associação com os microrganismos do solo é importante para a reabilitação de ambientes degradados, onde a fertilidade e o potencial de inóculo de fungos micorrízicos no solo são baixos (Oliveira e Moreira, 2010).

Os microrganismos benéficos do solo, particularmente os micorrízicos arbusculares, podem atuar junto ao vegetal aumentando o nível de tolerância a situações de estresse abiótico (Barea et al., 2012). Estas funções tornam os FMA, em simbiose, altamente importante no crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas tropicais em solos intemperizados (Siqueira e Saggin-Júnior, 2001),

influenciando positivamente na recuperação de áreas degradadas (Scabora et al., 2010).

Outro aspecto de grande relevância é a relação entre disponibilidade de fósforo no solo e FMA, que pode afetar a eficiência de algumas espécies de FMA (Picone, 2000), fazendo-se necessário o conhecimento das doses de fósforo que sejam compatíveis com o desenvolvimento das plantas e atuação dos fungos micorrízicos arbusculares. Assim, é importante o conhecimento sobre essas espécies em relação à formação de simbioses para o sucesso dos plantios, principalmente na fase de mudas, pois é nessa fase que a inoculação de FMAs deve ser praticada para garantir o estabelecimento da simbiose (Zangaro e Andrade, 2002).

Segundo Jasper et al. (1991), o sucesso dos programas de reflorestamento dependem de mudas com boa qualidade, o que pode ser garantido através da inoculação com FMA durante a produção de mudas, pois deve-se considerar a baixa fertilidade natural e baixo potencial de inóculo das áreas a serem recuperadas.

A qualidade das mudas de essências florestais é determinante para o êxito na formação de povoamentos florestais (Mello, 2006) e para a obtenção de povoamentos de alta produtividade são de extrema importância. A qual garantirá o sucesso do plantio, assim como um menor índice de mortalidade e, conseqüentemente, de replantio (Silva et al., 2002). Esta qualidade se expressa tanto por características morfológicas como fisiológicas e nutricionais, e é resultante, além de fatores genéticos, dos procedimentos de manejo do viveiro (Silva, 1998).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito dos fungos micorrízicos arbusculares e uso de diferentes doses de fósforo no crescimento inicial, nutrição e qualidade da espécie florestal *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby

A espécie vegetal paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) pertence à família Caesalpiniaceae, cujos nomes populares são: paricá, paricá-grande e faveira (Pará); bandarra (Rondônia); canafista, canafístula e fava-canafístula (Acre); paricá-da-amazônia, paricá-da-terra-firme e pinho-cuiabano (Mato Grosso). Ocorre na Amazônia em floresta primária e secundária, terra-firme e várzea alta e encontra-se bem distribuída nos estados do Amazonas e Pará (Carvalho, 2007).

Esta espécie apresenta características botânicas importantes como: fuste bem formado, reto e é desprovida de galhos, atributos que agregam valor para a produção de matéria-prima madeireira, pois facilita seu uso na indústria de lâminas e compensados (Marques et al., 2006).

Suas folhas são longipecioladas, bipinadas, tenras e grandes, apresentam consistência pegajosa. Quanto ao sistema reprodutivo, o paricá possui inflorescência em panículas terminais vistosas na ponta dos ramos, e as flores são de coloração amarelo-clara (Carvalho, 2007). Os frutos são uma criptosâmara, em forma espatulada, oblanceolada, aberta até o ápice, que medem de 6 cm a 10 cm de comprimento por 1,5 cm a 3 cm de largura, e produzem de uma a duas sementes por fruto (Oliveira e Pereira, 1984). A

semente é ovalada, com ápice arredondado, medindo de 16 mm a 21 mm de comprimento por 11 mm a 14 mm de largura (Carvalho, 2007). Apresenta ainda dormência tegumentar ou física, relacionadas à sua ecologia que limitam a germinação de forma uniforme e rápida, ou seja, mesmo em condições favoráveis elas não germinam. Portanto, faz-se necessário realizar a quebra de dormência, visando auxiliar na produção da muda (Silva Neto et al., 2007).

O paricá vem sendo estudado há algumas décadas na Amazônia, mostrando-se de fácil propagação por sementes, rápido crescimento e grande porte, habitando as florestas primárias e secundárias (Alvino et al., 2005; Sabogal et al., 2006). É usada na fabricação de laminado, compensado e painéis aglomerados. A partir da década de 90 vem sendo utilizado para fins de reflorestamento (Reis e Paludzyszyn Filho, 2011; Marques et al., 2006; Sabogal et al., 2006).

Essa espécie é indicada para plantios comerciais, sistemas agroflorestais e reflorestamento de áreas degradadas, devido ao seu rápido crescimento e ao bom desempenho tanto em formações homogêneas quanto em consórcios (Bentes-Gama et al., 2008; Sousa et al., 2005). Além disso, tem capacidade de se adaptar às mais diversas condições edafoclimáticas, tornando-se uma das espécies nativas mais utilizadas em reflorestamentos no país (Lunz et al., 2010). Pode alcançar entre 15 a 40 m de altura, 50 a 100 cm de diâmetro do coleto, razão pela qual esta espécie vem sendo utilizada na recuperação de áreas degradadas (Carvalho, 2007; Gazel Filho, 2007).

Possui madeira leve e de processamento fácil, comumente utilizada na fabricação de palitos de fósforo, saltos de calçados, brinquedos, maquetes, embalagens leves, canoas, forros, miolo de painéis e portas, formas de concreto, laminados, compensados, celulose e papel (Rosa et al., 2001; Lorenzi, 2002). Com todas essas características vantajosas, algumas indústrias têm usado paricá para a produção de compensados, entre outros produtos, além de trazer uma perspectiva de sustentabilidade em médio e longo prazo (IDEFLOR, 2010).

Marques et al. (2006) estudando a evolução do conhecimento sobre o paricá para reflorestamento no Estado do Pará, destacaram que o potencial silvicultural e tecnológico apresentado por ele, ao longo dos anos, vem se mostrando viável para o reflorestamento, principalmente por apresentar comportamento característico de espécie pioneira e boa capacidade de rebrota e

de regeneração natural (Rosa, 2006). Brienza Júnior et al. (2008) também citam o paricá com uma espécie promissora para a recuperação de áreas degradadas.

Deste modo, a fase de produção de mudas torna-se de grande importância para o estabelecimento dos plantios florestais em áreas degradadas, de reflorestamento e sistemas agroflorestais. Segundo Rosa et al. (2009), é necessário produzir mudas de boa qualidade, que apresentem crescimento uniforme e menor porcentagem de mortalidade no campo, visando menor necessidade de replantio.

## **2.2. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs)**

As associações micorrízica são divididas em seis tipos diferentes, sendo algumas delas muito específicas, encontradas em apenas algumas famílias de plantas terrestres (Arbuscular; Arbutóide; Ericóide; Ecto; Monotropóide e Orquidóide) (Siqueira, 1996; Smith e Read, 2008). Na ordem Glomerales estão os fungos formadores de micorrizas, que compreende exclusivamente os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), que formam simbiose com mais de 80% das famílias de plantas (Smith e Read, 1997; Berbara et al., 2006). Além de ser a mais ancestral, a ordem Glomerales tem maior ocorrência entre plantas tropicais e de interesse agrícola (Goi e Souza, 2006).

A palavra micorriza é composta pelos radicais gregos “mykes” (fungo) e “rhizae” (raízes), designando associações simbióticas não patogênicas entre fungos do solo e raízes de plantas. Estas associações foram evoluídas desde os primórdios da ocupação terrestre pelos vegetais (Saggin Júnior et al., 2006), envolvendo relações mutualísticas mais comuns na natureza, formadas por certos fungos do solo e as raízes da grande maioria das plantas (Smith e Read, 1997; Leake et al., 2004). Os FMAs são simbiotróficos obrigatórios, uma vez que completam seu ciclo de vida apenas se estiverem associados a uma planta hospedeira (Siqueira et al., 1985). Segundo Schussler e Walker (2010), os FMAs estão divididos em 4 ordens (Glomerales, Diversisporales, Paraglomerales e Archaeosporales), 11 famílias, 17 gêneros e aproximadamente 230 espécies.

As associações micorrízicas arbusculares produzem arbúsculos, hifas e vesículas (Brundrett, 2009). Os arbúsculos são formados pelas hifas intracelulares que participam das trocas dos nutrientes com a planta, além da absorção da água

sem comprometer a integridade da célula radicular. As hifas formam novos esporos e promovem uma nova colonização, além de atuar na absorção dos nutrientes e agregação do solo. As vesículas são formadas por estruturas globosas ou alongadas contendo grânulos de glicogênio e lipídios, são conhecidas como estruturas de estocagem e são formadas dentro ou fora das células do córtex da raiz (Siqueira et al., 2002).

Nas últimas décadas vem ocorrendo o reconhecimento da importância funcional e ecológica da simbiose dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) com as plantas (Carneiro et al., 2011). Essa simbiose promove o crescimento, devido ao aumento da absorção de água e nutrientes, principalmente os nutrientes pouco móveis, como fósforo e zinco, resultando em plantas mais nutridas e vigorosas, com mais resistência às condições ambientais adversas, estresse hídrico, presença de metais pesados, principalmente em solos pobres em nutrientes (Kope et al., 1990; Bolan, 1991.; Smith e Read, 1997; Burkert e Robson, 1994). Atua também na redução do uso de fertilizante pela melhoria no aproveitamento de nutrientes do solo (Siqueira et al., 2002) e conferem maior tolerância a estresses bióticos, como o ataque de patógenos (Allen, 1996; Siqueira et al., 1998; Borowicz, 2001).

De acordo com Lacerda et al. (2011), para o estabelecimento da simbiose entre fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e a maioria das raízes de plantas superiores, há a necessidade de uma íntima interação entre esses simbiontes. Nessa associação, a planta recebe benefícios pelo aumento de absorção de água e nutrientes, principalmente de P, pelas hifas fúngicas, enquanto o fungo obtém da planta os fotoassimilados necessários para que se complete seu ciclo de vida (Moreira e Siqueira, 2006).

### **2.3. Importância da simbiose de FMAs com essências florestais**

De acordo com Paron et al. (1997), as deficiências nutricionais são umas das principais limitações ao crescimento de espécies arbóreas nativas em áreas de solo de baixa fertilidade natural. O P é o nutriente que requer maior atenção devido ao baixo teor nos solos das regiões tropicais (Prado et al., 2005).

Diversos estudos relacionam a nutrição de diversas essências florestais à presença de simbioses mutualística, como as micorrizas arbusculares, que são



capazes de diminuir as deficiências nutricionais que ocorrem nos solos de baixa fertilidade (Lacerda et al., 2011; Rodrigues et al., 2003; Siqueira et al., 2002). Esta melhor nutrição está associada ao melhor incremento na absorção de nutrientes, principalmente fósforo (Allen, 1996; Rodrigues et al., 2003; Schiavo e Martins, 2003; Silva et al., 2005; Souza et al., 2008). Em vista dos benefícios propiciados aos hospedeiros, os FMA são de grande interesse para as regiões tropicais, especialmente para o Brasil, devido às condições ambientais e à baixa fertilidade de muitos solos (Siqueira, 1994).

O crescimento inicial das espécies arbóreas pioneiras é favorecido pela elevação da disponibilidade de P no solo e pela inoculação de FMAs (Flores-Aylas et al., 2003). Em solos degradados, com baixo teor de matéria orgânica, o sucesso no estabelecimento de espécies arbóreas, destinadas à recomposição florística, depende da presença no solo de propágulos de fungos micorrízicos arbusculares eficientes (Pereira et al., 1996).

De acordo com Saggin Junior e Siqueira (2006), espécies inoculadas com FMA apresentam um crescimento mais rápido, além de requerer menos insumos e tolerarem mais o estresse do transplante para o campo, características muito importantes em espécies destinadas à recuperação ambiental.

A inoculação dos FMAs adquire grande importância nas espécies que passam por fase de muda, onde se utilizam substratos isentos de microrganismos, com o objetivo de eliminar possíveis agentes patogênicos (Silveira e Gomes, 2007). Segundo Freitas et al. (2010), a produção de mudas em grande escala e curto espaço de tempo, é necessária para atender aos plantios comerciais, sendo o substrato um dos principais fatores que garantem a produção de plantas com qualidade, maior precocidade e baixo custo.

Schiavo et al. (2009) observaram que mudas de espécies florestais produzidas em casa de vegetação, inoculadas com os FMAs apresentaram maior crescimento e qualidade, mostrando que este procedimento pode ser incorporados ao processo de produção das mesmas.

Rocha et al. (2006), trabalhando com inoculação de *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* em cedro, observaram o grau de dependência micorrízica nas mudas, concluindo que a inoculação de FMA é um procedimento que deve ser considerado na fase de viveiro, para garantir o sucesso do estabelecimento e crescimento em campo dessas mudas. Pouyú-Rojas et al. (2006) também

verificaram em espécies de leguminosas utilizadas em reflorestamento, que o *Glomus clarum* apresentou maior amplitude de eficiência simbiótica, recomendando-o para programas de reflorestamento com espécies nativas.

Lacerda et al. (2011), trabalhando com mudas de caroba (*Jacaranda cuspidifolia*), observaram efeito significativo da inoculação com FMA, da aplicação de P e da interação entre esses fatores na produção da matéria seca da parte aérea (MSPA), evidenciando um sinergismo entre a aplicação de P e inoculação com *Glomus clarum* no crescimento das plantas. Foi observado incremento de 234% no teor de P na MSPA das plantas inoculadas em relação às plantas não inoculadas, em solo com baixo teor de P na solução do solo.

Segundo Vieira et al. (2006), a adubação com fósforo é um fator importante no crescimento da espécie florestal do paricá em fase de muda, a qual se mostrou responsiva para a relação altura da planta e diâmetro do caule, referentes às dosagens aplicadas no substrato antes do plantio. Viégas et al. (2007), também trabalhando com paricá, observaram que a adubação fosfatada influenciou de forma significativa o diâmetro do caule, altura da planta e volume comercial da madeira, cujas doses ótimas estimadas foram de 255 g, 240 g e 272,5 g por planta de superfosfato triplo, respectivamente. Entretanto, pouco se conhece sobre os efeitos da simbiose micorrízica em espécies arbóreas nativas, como o paricá.

#### **2.4. Importância da qualidade de mudas**

O sucesso na implantação de programas florestais requer esforço permanente para produção de mudas com qualidade desejáveis (Oliveira Júnior et al, 2011), capazes de resistirem às condições adversas encontradas no campo e apresentarem crescimento vigoroso. Mudas mais vigorosas permite maior chance de sucesso no estabelecimento da cultura, bem como maximiza seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo (Lima et al., 2008).

Segundo Morgado (2000), mudas de melhor qualidade apresentam maior potencial de crescimento, destacando-se na competição com plantas daninhas, reduzindo assim, os custos com tratos culturais. Isso ocorre pela maior percentagem de sobrevivência e velocidade de crescimento.

A obtenção de mudas de qualidade antes do plantio definitivo pode ser alcançada de maneira prática, rápida e fácil somente pela observação dos parâmetros morfológicos, considerando a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda (Fonseca, 2000).

O plantio de mudas menores e as deformações radiculares podem restringir ou até mesmo atrasar o crescimento das plantas no campo, o que acarreta maiores custos com o controle de plantas daninhas e consequente retardo da produção esperada (Freitas et al., 2005).

Todavia, a implantação de programas florestais com povoamentos mais produtivos requer novas tecnologias, que permitam produzir mudas que tolerem as adversidades do meio, apresentando altos percentuais de sobrevivência no campo e diminuindo a frequência dos tratos culturais do povoamento recém-implantado, assim como obtenção de árvores com volume e qualidades desejáveis (Gomes, 2001).

Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas, tendo uma compreensão de forma mais intuitiva por parte dos viveiristas (Chaves e Paiva, 2004). Segundo os mesmos autores, a determinação do padrão de qualidade de mudas de espécies arbóreas tem sido demonstrada a partir da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (D), do peso de matéria seca total (PMST), o peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e o peso de matéria seca das raízes (PMSR).

Estas variáveis são fortemente influenciadas pelas técnicas de produção, principalmente pela densidade de mudas, podas, espécies de fungos micorrízicos e seu grau de colonização, fertilidade do substrato e tipo de recipiente (Carneiro, 1995). Algumas relações entre estes parâmetros têm sido usadas para avaliar a qualidade de mudas. Dentre estas, estão a relação da altura da parte aérea com o diâmetro do coleto (H/D), a relação da altura da parte aérea com o peso de matéria seca da parte aérea (H/PMSPA), a relação do peso de matéria seca da parte aérea com o peso de matéria seca das raízes (PMSPA/PMSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), que leva em consideração a produção de matéria seca da parte aérea, das raízes e total, bem como a altura e o diâmetro do coleto das mudas.

O índice de qualidade de Dickson é um importante indicador da qualidade das mudas, pois no seus cálculos são considerados a robustez e o equilíbrio da

distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes, empregados para avaliação da qualidade (Fonseca et al, 2002). Segundo os mesmos autores, os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas para avaliação da qualidade das mudas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão de qualidade, para que não ocorra risco de selecionar mudas estioladas, descartando as menores e com maior vigor.

Segundo Gomes (2001), quanto maior IQD, maior qualidade terá a muda avaliada. Hunt (1990) recomendou este índice como indicador da qualidade de muda de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco e *Picea abies* L.

A altura da parte aérea é uma característica de fácil medição e, devido a isso, é frequentemente utilizada para estimar o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais nos viveiros. Sendo, importante característica para estimar o crescimento no campo, além do que sua medição não ser destrutiva (D'Avila, 2008).

A altura e diâmetro são utilizados para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois isto reflete o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (Sturion e Antunes, 2000).

Segundo Bellote e Silva (2000), a matéria seca da parte aérea em que se encontra uma das principais fontes de nutrientes e fotoassimilados (açúcares, aminoácidos, hormônios, etc), é que servirão de suprimento de água e nutrientes para as raízes no primeiro mês de plantio. Com relação à matéria seca radicular, ela está diretamente ligada com absorção de água e nutrientes, em que a sobrevivência da muda é maior quanto mais abundante for o sistema radicular, independente da altura da parte aérea, havendo uma correlação entre o peso de massa seca das raízes e a altura da parte aérea (Gomes e Paiva, 2006).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e delineamento experimental

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada em Campos dos Goytacazes, RJ (Latitude = 21°19'23" S; Longitude = 41°19'41" W; Altitude = 14 m). As temperaturas registradas durante a condução do experimento estão representadas na figura 1.

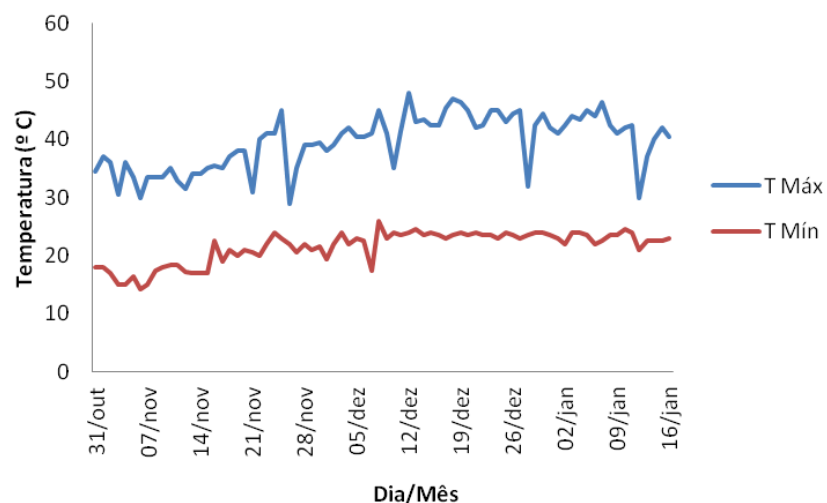


Figura 1. Temperatura ambiente (máxima e mínima diária) na casa de vegetação durante a condução do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com esquema fatorial 4x4. Para o primeiro fator foram utilizados espécies de fungos micorrízicos arbusculares: *Glomus clarum* (Nicolson e Schenck, 1979), *Gigaspora margarita* (Becker e Hall, 1976), o inóculo misto (*G. clarum* + *G. margarita*) e o controle (sem FMAs). Para o segundo fator, foram utilizadas quatro doses de fósforo (P): 0, 60, 120 e 180 mg kg<sup>-1</sup> P, totalizando assim 16 tratamentos com 4 repetições. As doses de P foram escolhidas com base de Vieira et al. (2006). A unidade experimental foi composta por um vaso plástico com capacidade de 3,0 dm<sup>3</sup> de substrato contendo uma planta por vaso.

### 3.2. Preparo do substrato

O substrato para a produção das mudas foi composto por uma mistura de solo (Latosolo Amarelo predominantemente argiloso, coletado da camada de 0 a 20 cm de profundidade) e areia de construção na proporção de 1:1 (v/v), esterilizada em autoclave por 2 vezes, a uma temperatura de 121°C, por 1 hora. Após a esterilização foi realizada a análise química do substrato, que apresentou os seguintes atributos químicos: pH (H<sub>2</sub>O)=5,7; MO=16,03 g dm<sup>-3</sup>; P=15,0 mg dm<sup>-3</sup>; S=6,0 mg dm<sup>-3</sup>; K=2,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca=12,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg=8,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al=0,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al=13,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na=1,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB=23,40 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC=36,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Fe=114,22 mg dm<sup>-3</sup>; Cu= 0,31 mg dm<sup>-3</sup>; Zn=3,49 mg dm<sup>-3</sup>; Mn=32,81 mg dm<sup>-3</sup> e B=0,37 mg dm<sup>-3</sup>.

Ao substrato foram aplicadas as doses de P, utilizando-se como fonte KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> para os tratamentos com fósforo. Os teores de K do substrato foram elevados para 120 mg dm<sup>-3</sup> por meio do fornecimento de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e KCl para todos os tratamentos da dose 0 de P. Posteriormente à correção, o substrato foi distribuído nos vasos, umedecidos e incubados por um período de 15 dias. Após esse período, realizou-se a análise de P disponível no solo com o extrator Mehlich-1, onde se observou os seguintes valores: 15, 43, 63 e 126 mg dm<sup>-3</sup> de P, respectivamente, para as doses aplicadas de 0, 60, 120 e 180 mg dm<sup>-3</sup> de P. Aos 30 e 60 dias após o plantio aplicou-se uma dose de 10 mg dm<sup>-3</sup> de N por kg de solo, utilizando-se como fonte nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), para todos os tratamentos.

### 3.3. Preparo do inóculo dos FMAs

As espécies de FMAs testadas (*Glomus clarum*, *Gigaspora margarita* e inóculo misto) foram provenientes do Banco de Inóculo do Setor de Microbiologia do Solo da UENF/CCTA do Laboratório de Solos.

O substrato para a produção do inóculo foi composto por uma mistura de solo (Latosolo Amarelo predominantemente argiloso, coletado da camada de 0 a 20 cm de profundidade) e areia de construção na proporção de 1:1 (v/v), esterilizada em autoclave por 2 vezes, a uma temperatura de 121°C, por 1 hora.

Para a multiplicação do inóculo foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays*), desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio 0,5%, durante 15 minutos. Em seguida, as mesmas foram lavadas com água destilada, por quatro vezes consecutivas. Após o plantio, os vasos foram mantidos em casa de vegetação por um período de 60 dias para a multiplicação dos fungos. Em seguida, a parte aérea foi podada e os vasos foram cobertos com folhas de papel e mantidos sem irrigação, por um mês, para facilitar a esporulação dos fungos. Transcorrido este período, a mistura do solo contendo raízes colonizadas e esporos dos FMAs, foi utilizada como inóculo, sendo conservados em câmara fria a 4°C, até a instalação do experimento.

### 3.4. Produção e inoculação das mudas

As sementes de paricá foram adquiridas na Associação das Indústrias Exportadoras de Madeira do Estado do Pará (AIMEX). Como as sementes de paricá apresentam dormência tegumentar, foi necessário realizar a quebra de dormência através da escarificação mecânica em material abrasivo, rompendo o tegumento da semente. Em seguida foram colocadas em água destilada por 24 horas, para embebição, e posteriormente foram desinfestadas com hipoclorito de sódio (0,5 %), por 15 minutos. No momento do plantio os tratamentos contendo os FMAs foram inoculados a partir da mistura de solo e raízes colonizadas (50 cm<sup>3</sup> vaso<sup>-1</sup> de inóculo) com *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita* e inóculo misto (*Glomus clarum* + *Gigaspora margarita*), deixando-se o tratamento controle sem inoculação. Cada inóculo fúngico foi aplicado a uma profundidade aproximada de

5 cm nos vasos dos tratamentos correspondentes. Foram misturados de forma homogênea no substrato, procedendo-se em seguida a semeadura, colocando-se duas sementes por vaso.

Duas semanas após o plantio, quando as mudas já estavam com um par de folhas definitivas, foi feito o desbaste, deixando a planta mais vigorosa. Foram realizadas irrigações diárias, utilizando-se água deionizada de forma que o solo foi mantido próximo à capacidade de campo, durante o período de condução experimental.

### **3.5. Colheita e análises realizadas**

A colheita das plantas foi realizada aos 75 dias após o plantio. Foram avaliadas as características biométricas, considerando: altura das plantas (determinada entre o nível do solo até a região apical por meio de uma régua milimetrada) e o diâmetro do caule (mensurado a 0,5 cm do solo com o auxílio de um paquímetro digital). Também foi determinada a área foliar (AF), a qual foi mensurada no aparelho medidor de área foliar (modelo LI-3100 LICOR, Lincoln, NE, USA).

Após a coleta da parte aérea as raízes foram retiradas dos vasos e lavadas com água corrente, onde se coletou amostras de raízes mais finas para determinação da porcentagem de colonização micorrízica. A parte aérea e a raiz foram acondicionadas individualmente em sacos de papel, para posterior quantificação da matéria seca da parte aérea e raiz e dos conteúdos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S).

#### **3.5.1 Avaliação de matéria seca e nutricional das mudas**

A parte aérea e a raiz foram acondicionadas individualmente em sacos de papel e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 h e após a secagem, foram pesadas utilizando-se uma balança digital com precisão de três casas decimais. Obtendo-se a massa seca de parte aérea (MSPA) e a massa seca da raiz (MSR). A partir dessas análises foram obtidas as características que determinam a qualidade das mudas e foram determinadas: a relação altura/diâmetro (H/D); relação MSPA/MSR; e o Índice de Qualidade de Dickson



(IQD), descrito por Dickson et al. (1960), por meio da fórmula  $IQD = MST (g) / [H(cm) / DC(mm) + MSPA (g) / MSR(g)]$ .

Após a determinação da matéria seca, o material foi triturado em moinho tipo Wiley, usando peneira de 20 mesh, depois foi acondicionado em recipientes plásticos hermeticamente fechados. Posteriormente, o material foi submetido a análises químicas para determinação dos conteúdos de N, P, K, Ca, Mg e S.

Para a determinação dos conteúdos de N, o material vegetal foi submetido à digestão sulfúrica, no qual o nitrogênio foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965). Os conteúdos de P, K, Ca, Mg e S foram determinados usando plasma (ICPE-9000) da marca Shimadzu, após digestão com  $HNO_3$  e  $H_2O_2$ , em sistema de digestão aberta (Peters, 2005).

### **3.5.2 Porcentagem de colonização micorrízica**

Para a avaliação da porcentagem da colonização micorrízica, as raízes foram lavadas e uma amostra de 2 g de raízes finas armazenada em álcool etílico 50%, para posteriormente ser utilizada na determinação da porcentagem de colonização micorrízica, de acordo com a metodologia descrita por Grace e Stribley (1991). A marcha analítica constou das seguintes etapas: 1º passo: imersão em KOH (10%) duas vezes consecutivas, por 10 minutos cada, a 80°C em banho-maria, e depois lavada com água destilada; 2º passo: imersão em água oxigenada alcalina ( $H_2O_2$ ), por 30 minutos, e em seguida passada em água destilada; 3º passo: imersão em ácido clorídrico (5%), durante 5 minutos; e 4º passo: imersão em azul de tripano (0,05%) (Phillips e Hayman, 1970), durante 20 minutos a 80°C. Os segmentos de raízes coloridas foram depositados, com o auxílio de uma pinça, sobre lâminas, sendo adicionadas algumas gotas de glicerol ácido sobre as raízes, sendo posteriormente cobertas por uma lamínula. As raízes foram, então, levadas ao microscópio para observação da presença de estruturas de FMAs.

### **3.5.3 Análise estatística**

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SANEST (Zonta et al., 1984). Utilizou-se análise de regressão polinomial para os dados quantitativos e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para os dados qualitativos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Crescimento das mudas

#### 4.1.1 Altura

A altura da parte aérea é uma característica de fácil medição sempre foi utilizada para estimar o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais nos viveiros (D'Ávila, 2008), fornece excelente estimativa da predição do crescimento no campo (Gomes e Paiva, 2004).

A variável altura na ausência da adubação fosfata apresentou resposta significativa para as mudas inoculadas com *G. clarum* seguido do inóculo misto, onde se observaram incrementos de 29,1% e 19,9%, respectivamente, quando comparadas ao controle (Tabela 1). Por outro lado, as mudas inoculadas com *G. margarita*, na ausência de P, sofreram efeito depressivo na altura em relação às plantas não inoculadas, com um decréscimo de 18% em relação ao controle. Entretanto, no presente trabalho, quando adicionou P ao substrato na dose 120 mg dm<sup>-3</sup>, a espécie *G. margarita* mostrou-se superior aos demais tratamentos (Tabela 1). A regressão entre altura e dose de P para *G. margarita* resultou a equação de 2º grau com ponto de máximo em 58 cm de altura, com dose de P de 112,9 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 2).

Observou-se também, que a aplicação de doses crescentes de P ao solo, até certo ponto, diminuiu a altura das mudas inoculadas com *G. clarum* (Figura 2).

A equação de 2º grau ajustada teve como ponto mínimo de 49,7 cm de altura, obtida para a dose de P de 103,2 mg dm<sup>-3</sup>. Para a dose 120 mg dm<sup>-3</sup> observou-se, inclusive, altura menor que o controle, o que é revestido na dose de P de 180 mg dm<sup>-3</sup>.

A variável altura encontra-se acima do limite ideal proposto por Gomes *et al.* (2002), para espécies florestais nativas. Os autores consideram que a muda ideal deva apresentar altura entre 20 e 35 cm, no geral as mudas de paricá aos 75 dias variaram entre 36 a 57 cm de altura, a partir desses resultados, estudos visando diminuir o tempo de produção das mudas de paricá são necessários, utilizando os FMAs nesse sistema de produção.

De acordo com Peng *et al.* (1993) o crescimento da planta pode ser reduzido, devido ao maior dreno de C pelas raízes colonizadas, em altas doses de P. Acredita-se, nesta situação, que a eficiência do fungo diminua, ou seja, os seus benefícios nutricionais são reduzidos, uma vez que a planta em condições favoráveis de disponibilidade deste elemento no solo e a presença do fungo em seu sistema radicular está demandando carboidrato para seu metabolismo.

Tabela 1. Altura das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Altura (cm)				Média
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	
<i>G. Margarita</i>	36,63 d	51,38 b	58,88 a	48,75 b	48,91
<i>G. Clarum</i>	57,63 a	53,25 ab	47,88 c	55,00 a	53,44
Misto	53,50 b	55,75 a	53,25 b	56,63 a	54,78
Sem Fungo	44,63 c	52,13 b	52,13 b	47,00 b	48,97
Média	48,09	53,12	53,03	51,84	51,5
CV (%)	3,23				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G. clarum*+*G. margarita*

Ao tratamento sem fungo foi ajustado uma equação de 2º grau entre altura e dose de P, obtendo-se ponto de máximo crescimento 52,5 cm em dose de P equivalente a dose P de 94,2 mg dm<sup>-3</sup>. As duas espécies micorrízicas mostraram sensibilidade ao teor de P no substrato, porém com comportamento inverso entre si: enquanto o *G. clarum* teve menor eficiência em doses intermediárias, foi nessa condição que a *G. margarita* teve sua melhor eficiência.

Esta combinação no inóculo misto permite crescimento elevado das mudas, independente das doses de P.

Foi observado o micotrofismo para as mudas de paricá na fase inicial de crescimento, pois a micorrização com a espécie *G. clarum* e o inóculo misto eliminou a necessidade de aplicação de P ao substrato, permitindo que as mudas crescessem normalmente quando micorrizadas. Paron et al. (1997) também observaram micotrofismo em mudas de trema na fase inicial de crescimento, entretanto, a micorrização não eliminou a necessidade de aplicação de fertilizante fosfatado, uma vez que em fase posterior as plantas sem P cresceram pouco, mesmo quando micorrizadas.

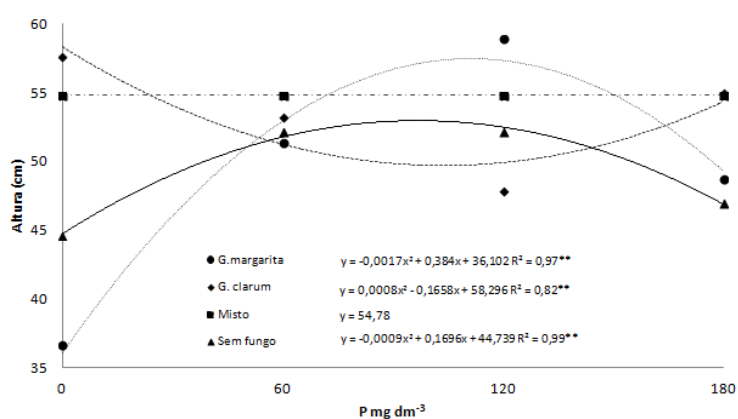


Figura 2. Altura das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Estes resultados mostram a importância dos FMAs em promover o crescimento das mudas de paricá em solos com baixo teor de P. Segundo Smith e Read (2008), a colonização micorrízica proporciona maior estímulo no crescimento em baixa disponibilidade de P no substrato. Entretanto, estudos realizados por Paron et al. (1997), mostraram que sem fósforo, mesmo inoculadas com *G. etunicatum*, algumas espécies florestais apresentaram crescimento reduzido, indicando elevada deficiência desse nutriente no solo estudado.

Resultados observados por Diniz et al. (2007) em mudas de ximbuva (*Enterolobium contortisiliquum*), a espécie *G. margarita* não proporcionou resultados superiores em altura. Souchie et al. (2005) também observaram menor inibição do desenvolvimento dessas mudas, quando inoculadas com *G. margarita*

De acordo com Silveira (2003), a relação entre a concentração de P na planta micorrizada e a resposta em crescimento é determinada por processos opostos, um benéfico, devido ao aumento na absorção de P do solo causado pelo fungo, e outro detrimental, provocado pela utilização de produtos fotossintetizados pelo fungo. O balanço dos dois processos normalmente resulta em maior crescimento das plantas colonizadas, mas pode também resultar em redução.

A presença dos FMAs no hospedeiro pode consumir quantidades significativas de carbono (Biwalda e Goh, 1982). Van Veen et al. (1989) quantificaram que a presença dos FMAs nas raízes das plantas hospedeiras pode consumir até 30% do carbono fotoassimilado pelo hospedeiro. Entretanto, as mudas inoculadas com *G. margarita* que apresentaram menor porcentagem de colonização micorrízica (Figura 7), proporcionaram uma maior altura nas doses aplicadas ao substrato (60 e 120 mg dm<sup>-3</sup> de P). Esses resultados demonstram que apesar dos FMAs apresentarem baixa especificidade em relação ao hospedeiro, uma vez que todas espécies estudadas foram capazes de colonizar as raízes do paricá (Figura 7), existe, dependendo das condições edáficas, uma melhor contribuição entre as espécies de FMAs e a planta hospedeira.

#### 4.1.2 Matéria seca da parte aérea

A produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas colonizadas por *G. clarum* e inóculo misto na ausência de adubação com P foram significativamente maiores que controle, proporcionando incremento de 25% e 37%, respectivamente. Sendo a espécie *G. clarum* que proporcionou maior média em relação a todos os tratamentos (Tabela 2).

A adubação fosfatada e a inoculação com os FMAs proporcionaram incrementos na MSPA em relação ao controle (Figura 3). Para o inóculo misto nas doses aplicadas ao substrato 60 e 120 mg dm<sup>-3</sup> P reduziram a MSPA, sendo que para a dose estimada 180 mg dm<sup>-3</sup> P verificou-se um aumento. Por outro lado, as mudas inoculadas com *G. margarita* e o controle proporcionaram um ganho de MSPA para as doses 60 e 120 mg dm<sup>-3</sup> P, exceto na dose 180 mg dm<sup>-3</sup> P que houve pequena redução na MSPA. A regressão entre MSPA e dose de P para *G. margarita* resultou a equação de 2º grau com ponto de máximo em 17,6 g planta<sup>-1</sup> de MSPA, com dose de P de 112,9 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 3).

Tabela 2. Matéria seca da parte aérea (MSPA) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	MSPA (g planta <sup>-1</sup> )				
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	Média
<i>G. Margarita</i>	9,5c	17,5ab	16,7a	16,6ab	5,1
<i>G. Clarum</i>	15,3a	18,1a	16,5a	18,5a	7,1
Misto	16,7a	16,3ab	16,0a	18,0ab	6,8
Sem Fungo	12,2b	15,8b	16,4a	16,0b	5,1
Média	13,4	16,9	16,4	17,3	6,0
CV (%)	7,4				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G. clarum*+*G. margarita*

O aumento na produção de matéria seca pode estar ligado ao papel do fósforo na síntese de proteína, o qual reflete no maior crescimento da planta (Marschner, 1995). Esses resultados mostram o efeito das doses de P e dos tratamentos microbiológicos em mudas de paricá. Aguiar et al. (2004), trabalhando com mudas de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) em solo esterilizado, observaram interação entre as espécies introduzidas de FMA e a adição de fósforo, o que favoreceu a produção de matéria seca. Resultados semelhantes foram relatados por Lacerda et al. (2011), trabalhando com espécies florestais do cerrado.

Diversos outros estudos com espécies arbóreas nativas de áreas tropicais, em fase de crescimento inicial, vêm demonstrando efeito positivo dos FMAs na produção de matéria seca (Carneiro et al., 1996; Siqueira et al., 1998; Pouyú-Rojas e Siqueira, 2000; Siqueira e Saggini-Júnior, 2001; Pouyú-Rojas et al., 2006).

Segundo Marschner e Dell (1994), o aumento em matéria seca em plantas micorrizadas pode ser resultado do aumento da aquisição de nutrientes. Esse estudo vem mostrar que em solos com baixos teores de P a eficiência dos fungos micorrízicos promove aumento de matéria seca nas mudas estudadas. Por outro lado, da mesma forma que para a altura, a *G. margarita* levou a efeito depressivo na MSPA quando não houve aplicação de P.

Lacerda et al. (2011), trabalhando com mudas de caroba (*Jacaranda cuspidifolia*), observaram que elas apresentaram efeito significativo da inoculação

com FMA, da aplicação de P e da interação entre esses fatores na produção da matéria seca da parte aérea (MSPA).

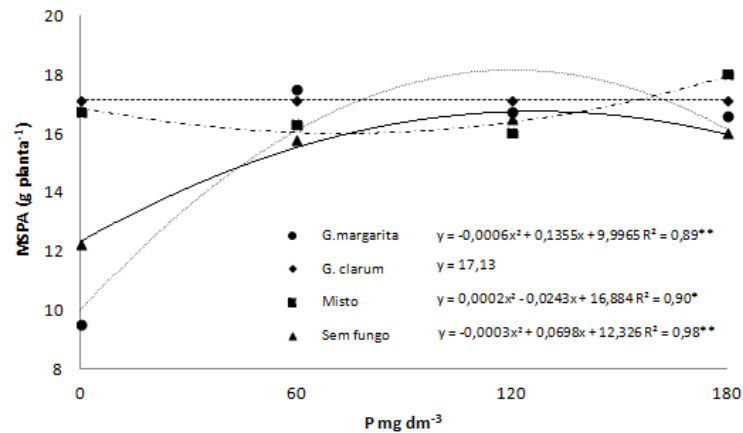


Figura 3. Matéria seca da parte aérea (MSPA) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

#### 4.1.3 Área foliar

Na ausência de P, plantas não inoculadas (controle) e inoculadas com *G. margarita* apresentaram menor área foliar (Tabela 3). Por outro lado, verificou-se um incremento de 49% e 75% em área foliar nas mudas micorrizadas com a espécie *G. clarum* e o inóculo misto em relação ao controle, respectivamente. Entretanto, para a dose estimada 60 mg dm<sup>-3</sup> de P foi observado que o tratamento controle e o *G. margarita* apresentaram maior área foliar (Figura 4).

Tabela 3. Área foliar (AF) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	AF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )				
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	Média
<i>G. Margarita</i>	529b	1039a	877b	780b	807
<i>G. Clarum</i>	1042a	778b	1173a	1043a	1009
Misto	1225a	757b	1014ab	1000ab	999
Sem Fungo	699b	1016a	1105a	1053a	968
Média	874	898	1042	969	945
CV (%)	12,5				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G. clarum*+*G. margarita*



Esses resultados corroboram com os de Santos et al. (2008), que obtiveram maior área foliar devido à micorrização em espécies nativas. De acordo com Silva et al. (2011), a maior área foliar implica em maior superfície de interceptação de luz, o que poderá resultar em taxas fotossintéticas mais elevadas. Esse fato mostra que a mensuração da área foliar é importante e pode auxiliar a avaliação do estado fisiológico de uma planta.

De acordo com Abbott e Robson (1986), existem várias hipóteses sobre a depressão no desenvolvimento de mudas, entre elas podemos citar a competição entre planta e fungo micorrízico por P, e a competição por fotossintetatos entre endófito e planta hospedeira. Isso pode ter ocorrido devido à redução da percentagem de colonização micorrízica, a qual pode ter diminuindo a área de troca de metabólitos entre endófito e hospedeiro, resultando em aumento da quantidade de fotoassimilados necessária para a manutenção do fungo.

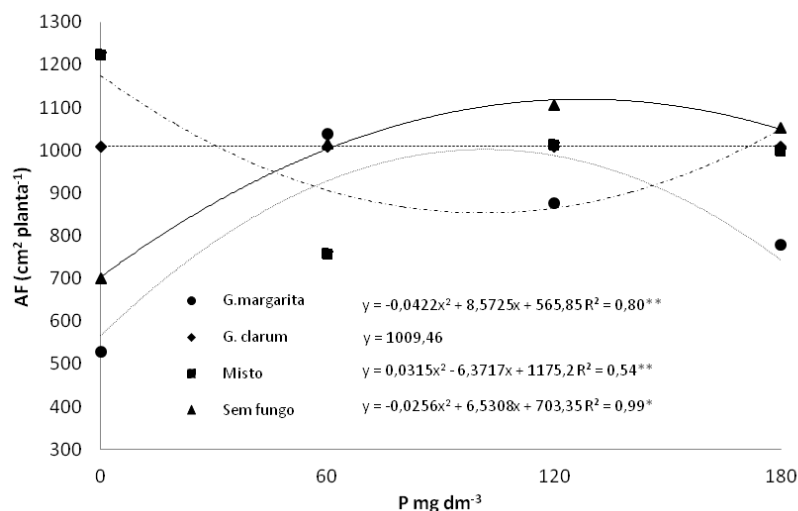


Figura 4. Área foliar (AF) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

#### 4.1.4 Matéria seca da raiz

A matéria seca da raiz (MSR) das mudas inoculadas com o *G. clarum* e inóculo misto, na ausência de adubação fosfatada, proporcionaram incrementos de 188,2% e 182,3%, respectivamente, em relação ao controle. A espécie *G. margarita* não promoveu incremento na MSR, se mostrando inferior ao controle (Tabela 4).

A espécie *G. clarum* obteve a maior média entre todos os tratamentos, com relação às doses adicionadas ao substrato. Para as doses 120 e 180 mg dm<sup>-3</sup>, observou-se maior MSR (Figura 5). De acordo com Lacerda et al. (2011), para o sucesso de um programa de revegetação é necessária a obtenção de mudas de boa qualidade, mais precisamente, aquelas que apresentem elevada produção de raízes, o que auxilia seu estabelecimento em campo.

O maior incremento de raízes também é importante, pois pode contribuir para aumentar a biomassa microbiana e recuperar a atividade biológica do solo degradado, além de possuir papel fundamental na estruturação e em outros atributos físicos do solo (Siqueira, 1994; Siqueira e Saggin-Junior, 1995; Rillig, 2004). Lacerda et al. (2011), trabalhando com mudas de caroba (*Jacaranda cuspidifolia*) obtiveram efeito sinérgico da inoculação de *G. clarum* e aplicação de P, apresentando produção de matéria seca de raízes superior quando na presença de ambos os fatores.

Tabela 4. Matéria seca da raiz (MSR) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	MSR (g planta <sup>-1</sup> )				
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				Média
	0	60	120	180	
<i>G. Margarita</i>	1,4b	4,3b	5,7b	5,6ab	4,3
<i>G. Clarum</i>	4,9a	5,5a	6,9a	6,4a	5,9
Misto	4,8a	4,7ab	5,2bc	4,7c	4,9
Sem Fungo	1,7b	4,7ab	4,9c	4,8bc	4,0
Média	3,2	4,8	5,7	5,4	4,8
CV (%)	9,05				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G.clarum*+*G.margarita*

Carneiro et al. (2004), observaram maior produção de raízes em mudas de espécie florestal submetidas à inoculação com FMA, quando comparadas com as mudas não inoculadas. Segundo Sugai et al. (2010) o aumento do volume e da extensão das raízes é de grande importância para mudas destinadas a reflorestamento em locais degradados ou de baixa fertilidade, a qual pode melhorar as condições de absorção de água e nutrientes e aumentar a sobrevivência no campo após o plantio, além de proporcionar plântulas mais resistentes para o transplante no campo (Carneiro, 1995).

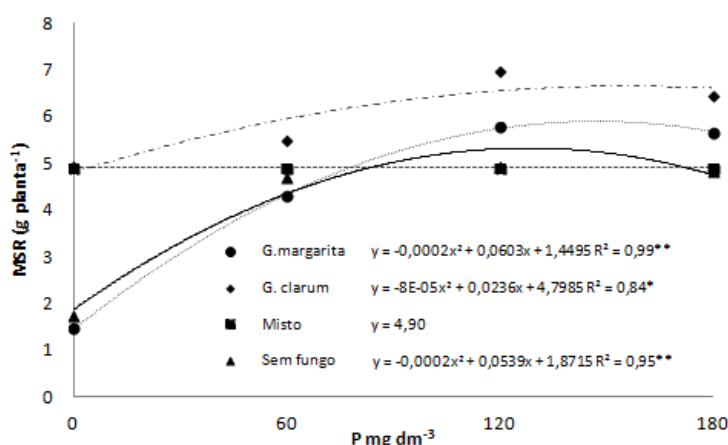


Figura 5. Matéria seca da raiz (MSR) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

#### 4.1.5 Diâmetro do coleto

Para o variável diâmetro, as mudas micorrizadas com a espécie *G. clarum* e o inóculo misto na ausência da adubação fosfatada, proporcionaram incremento de 27,1% e 15,7% em relação ao controle, respectivamente. Para as doses 120 e 180 mg dm<sup>-3</sup> não foi observado efeito significativo para as espécies de fungos (Tabela 5).

Tabela 5. Diâmetro do coleto das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Diâmetro (mm)				Média
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	
<i>G. Margarita</i>	6,2d	8,1ab	7,9a	8,4a	7,7
<i>G. Clarum</i>	8,9a	8,7a	8,6a	8,9a	8,8
Misto	8,1b	8,1ab	8,6a	8,4a	8,3
Sem Fungo	7,0c	7,7b	8,2a	8,5a	7,9
Média	7,6	8,2	8,3	8,6	8,2
CV (%)					4,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G. clarum*+*G. margarita*

A inoculação com *G. margarita* apresentou os menores valores diamétrico quando não foi realizada a adubação fosfata, mostrando-se inferior ao controle. Entretanto, quando foi feita a aplicação de doses crescentes de P observaram-se efeitos significativos sobre o diâmetro das mudas de paricá (Figura 6). O ajuste ao modelo de regressão para o diâmetro do coleto em função das doses de fósforo apresentou uma tendência linear, com acréscimo diâmetro do coleto para as mudas inoculadas com *G.margarita* e o controle, sendo que não influenciaram os demais tratamentos (Figura 6).

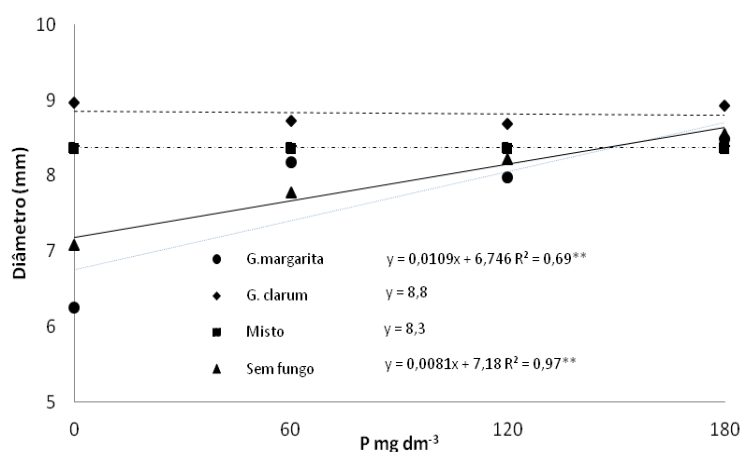


Figura 6. Diâmetro das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Mudas de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) também apresentaram aumento no diâmetro do coleto, quando inoculadas com FMAs em solo esterilizado em relação àquelas não inoculadas, sem ou com adição de P (Aguiar et al., 2004). Segundo Gomes e Paiva (2004), as mudas devem apresentar altos valores de diâmetros de colo para melhor equilíbrio do crescimento da parte aérea, ou seja, o maior diâmetro indica melhor captação e translocação de nutrientes na planta (Siqueira, 1994).

Para Vieira et al. (2006), demonstrou que a adubação com P é um fator importante no crescimento da espécie florestal paricá em fase de muda, pois a espécie apresentou respostas com relação ao diâmetro colo, às dosagens aplicadas no substrato antes do plantio.

Os valores observados no presente trabalho para diâmetro do coleto foram maiores em relação aos encontrados pelo mesmo autor em mudas de paricá e semelhante aos resultados encontrados por Vieira et al. (1998) em mudas de paricá. A aplicação de doses de fósforo em mudas de paricá em que ocorreu aumentos do diâmetro também foi observada por Viégas et al. (2007).

#### 4.1.6 Colonização micorrízica

A porcentagem de colonização micorrízica nas raízes das mudas de paricá foi significativamente influenciada pela espécie de FMAs (Figura 7).

Observou-se que a espécie *Gigaspora margarita*, quando inoculada separadamente, apresentou as menores porcentagens de colonização micorrízica, apenas 20% em comparação aos demais tratamentos fúngicos. Entretanto, quando combinada com o *G. clarum* (inóculo misto), resultou na maior porcentagem de colonização micorrízica, não diferindo do *G. clarum* separadamente (Figura 7). Caldeira et al. (1997), diferentemente, observaram maiores porcentagens de colonização micorrízica em mudas de *Copaifera martii* inoculadas *G. margarita* e *G. clarum* separadamente.

A eficiência da associação e a efetividade dos FMAs variam em função das taxas de colonização micorrízica e das espécies de fungo (Janos, 1988; Pouyu-Rojas et al., 2006), ou seja, algumas combinações entre fungo e hospedeiro podem ser mais eficientes que outras (Kiers et al., 2000). De acordo com Saggin Júnior e Siqueira (1995), as diferenças na porcentagem de colonização micorrízica podem ser causadas pelo balanço entre o benefício nutricional, promovido pelo fungo à planta, e o dreno de fotoassimilados da planta para o fungo.

A espécie *Glomus clarum* e o inóculo misto (*G. clarum* + *G. margarita*) resultaram em porcentagens de colonização micorrízica (81%) e (90%), respectivamente, demonstrando em alta compatibilidade. Pouyu-rojas et al. (2006) observaram a existência de certa seletividade e ampla variação na compatibilidade das micorrizas de espécies arbóreas tropicais. Segundo os mesmos autores, as espécies arbóreas com maiores índices de compatibilidade das plantas (ICp) apresentam maior chance de sobreviverem e competirem no

campo, por terem maiores chances de serem colonizadas pelos FMAs existentes no solo, ao contrário daquelas com baixo ICp, que são mais seletivas.

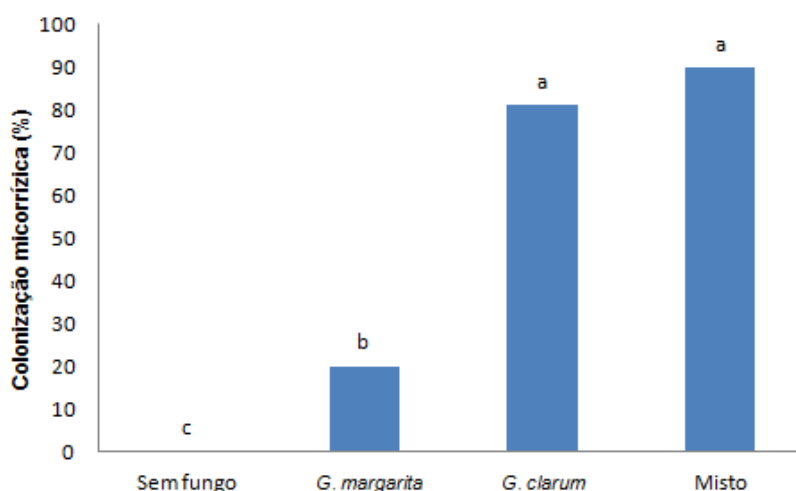


Figura 7. Colonização micorrízica em raízes de mudas de paricá aos 75 dias após a semeadura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade de 5%. C.V.= 29,1%.

A porcentagem de colonização micorrízica não foi influenciada pelas dosagens de P aplicadas ao substrato, o mesmo apresentou alta colonização mesmo em altos níveis de P, ou seja, os diferentes níveis de adubação não interferiram na colonização micorrízica para o paricá, mostrando que esses fungos podem ser utilizados em programas de adubação para melhorar a qualidade da muda. Resultados semelhantes foram encontrados por Lacerda et al. (2011), trabalhando com plantas arbóreas, esses autores verificaram aumento na porcentagem de colonização micorrízica decorrente da inoculação com *Glomus clarum*, sendo que não houve efeito do fator P sobre a inoculação micorrízica.

Na ausência da adubação fosfatada, as mudas colonizadas com *G. clarum* e o inóculo misto apresentaram efeito significativo em relação ao controle, evidenciando o efeito benéfico da micorrização em condições de baixa fertilidade (Tabela 1, 2 e 3). Segundo Zangaro et al. (2005), a rápida taxa de crescimento e a grande demanda por minerais pelas espécies arbóreas pioneiras e secundárias iniciais, podem levar estas espécies a apresentar deficiência de P na parte aérea, o que aumenta a exsudação de açúcares pelas raízes, e, conseqüentemente, aumenta a colonização pelos FMAs.

Flores-Aylas et al. (2003), trabalhando com mudas de fedegoso (*Senna macranthera*), cássia-verrugosa (*Senna multijuga*) e aroeira (*Schinus terebenthifolius*), não observaram efeito dos níveis de P sobre a colonização micorrízica. Algumas evidências mostram que a planta regula a colonização de acordo com sua necessidade, por meio de um balanço entre o nível de P e demais nutrientes do solo, como atividade do fungo e resposta da planta (Siqueira, 1994).

Caldeira et al. (2003), trabalhando com mudas de *Mimosa guilandenae* e *Enterolobium schomburgkii*, encontraram maiores porcentagens de colonização micorrízica, quando inoculadas com *G. clarum*. De modo geral, a inoculação de espécies dependentes de FMA eficientes poderá reduzir o uso de insumos, gerando uma economia de recursos e tempo na recuperação florística de áreas desmatadas ou destinadas à formação de matas (Saggin-Júnior, 1997).

#### 4.2 Qualidade das mudas

Os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas para avaliação da qualidade das mudas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão da qualidade de mudas, para que não ocorra o risco de selecionar mudas com menor vigor (Fonseca et al 2002).

Na tabela 6, a relação altura por diâmetro do coleto (H/DC) na ausência de adubação fosfatada as mudas inoculadas não diferiram significativamente do controle. Na dose 60 mg dm<sup>-3</sup> de P, as mudas inoculadas com *G. Margarita*, *G. clarum* e tratamento misto (*G. Margarita* + *G. clarum*) não diferiram do tratamento controle, porém o tratamento misto diferiu de *G. clarum*. Para a dose 120 mg dm<sup>-3</sup> de P, observa-se que as mudas inoculadas com *G. Margarita* cresceram mais em altura do que em diâmetro diferindo dos demais tratamentos e para a doses 180 mg dm<sup>-3</sup> de P, apenas as mudas inoculadas com o inóculo misto diferiram do controle.

Os resultados mostram que apenas as mudas inoculadas com *G. Clarum* apresentaram as menores médias no geral (6,06), resultados estes que permitem inferir que as mudas apresentariam maior percentual de sobrevivência quando fossem transplantadas para o campo, pois proporcionaram menores índices (Tabela 6). Segundo Gomes e Paiva (2004), o diâmetro do coleto, sozinho ou

combinado com a altura é uma das melhores características para avaliar a qualidade da muda, e quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio do crescimento com a parte aérea, principalmente quando se exige rustificação das mudas. Esse índice também pode ser denominado de quociente de robustez, representando um equilíbrio de crescimento (Carneiro, 1995)..

Na figura 8, observam-se os valores médios da relação H/DC das mudas de paricá em função das doses de fósforo aplicadas, e as equações que melhor se ajustaram a essas variáveis, apresentaram resposta quadrática para as doses aplicadas de fósforo. A relação H/D apresentou tendência quadrática com o aumento das doses de P aplicadas ao substrato (Figura 8).

Tabela 6. Relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Relação (H/DC)				Média
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	
<i>G. Margarita</i>	5,8b	6,29ab	7,39a	5,75b	6,33
<i>G. Clarum</i>	6,42ab	6,11b	5,52c	6,16ab	6,06
Misto	6,54a	6,87a	6,17bc	6,66a	6,56
Sem Fungo	6,30ab	6,71ab	6,34b	5,51b	6,22
Média	6,27	6,49	6,36	6,02	6,29
CV (%)	5,5				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G.clarum*+*G.margarita*

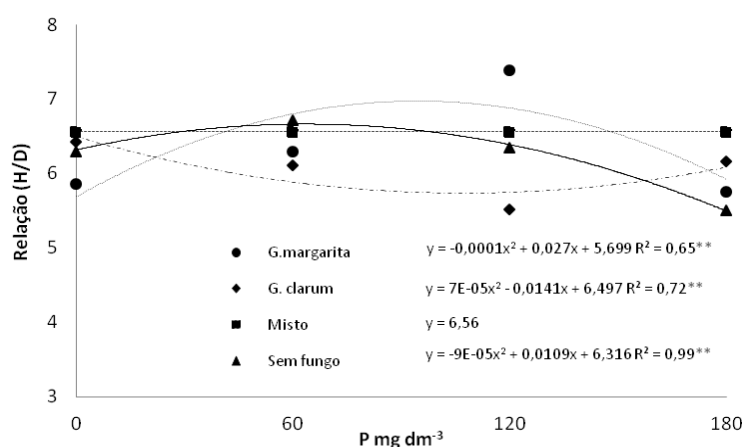


Figura 8. Relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.



Caione et al. (2012) observaram para a relação entre a altura da parte aérea com o diâmetro do coleto, que o tratamento completo com fósforo em mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*) apresentaram os melhores índices para sobrevivência das mudas a campo.

A relação parte aérea/raiz (PA/R) indicadas na tabela 7, mostra que nas doses aplicadas de 60 e 180 mg dm<sup>-3</sup> de P, não houve diferenças estatísticas para os tratamentos, exceto para a dose 0 onde *G. Margarita* e o controle apresentaram os maiores relações (PA/R) em relação aos demais tratamentos, que promoveram valores inferiores (*G. clarum* e inoculo misto) e, na dose 120 mg dm<sup>-3</sup> de P o tratamento controle obteve maior relação, mas diferiu apenas do *G. clarum*. A ausência de diferença significativa indica que as mudas apresentaram o mesmo padrão de distribuição de matéria seca entre os dois órgãos, independentemente da aplicação de fósforo ao substrato e inoculação com os FMAs.

Tabela 7. Relação parte aérea/raiz (PA/R) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Relação (PA/R)				Média
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	
<i>G. Margarita</i>	6,74a	4,08a	2,90ab	2,93a	4,16
<i>G. Clarum</i>	3,13b	3,28a	2,39b	2,90a	2,92
Misto	3,48b	3,45a	3,10ab	3,78a	3,45
Sem Fungo	6,99a	3,34a	3,35a	3,34a	4,25
Média	5,08	3,53	2,93	3,23	3,69
CV (%)	13,3				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G.clarum*+*G.margarita*

Gomes e Paiva (2006) relataram que a melhor relação entre massa seca da parte aérea com a massa seca das raízes deve ser de aproximadamente 2,0 para a produção de mudas de eucalipto (*Eucalipto spp.*). Entretanto, para mudas de *Schizolobium amazonicum* não há um índice padrão que mostre ser o mais indicado (Caione et al. 2012).

Com as doses de fósforo aplicadas ao substrato, observa-se que houve um decréscimo na relação PA/R com o aumento dessas doses, mostrando que o aumento da parte aérea foi pequeno e que houve aumento de raiz, mesmo com o aumento das doses de P (Figura 9).

Os valores obtidos para a relação PA/R neste estudo foram superiores a outros estudos realizados, como ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley) realizado por Cruz et al. (2004) que obtiveram valores variando entre 1,18 e 1,65 e Cruz et al. (2006), avaliando mudas de sete cascas (*Samanea inopinata*) com valores variando entre 0,69 e 2,10, todos eles associados a macronutrientes.

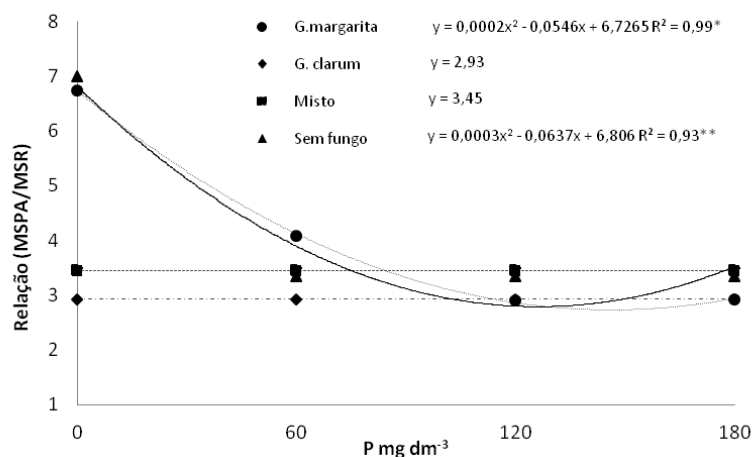


Figura 9. Relação parte aérea/raiz (PA/R) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

O Índice de Qualidade Dickson (IQD) está apresentado na tabela 8, através destes resultados verifica-se que houve influência na qualidade das mudas quando tratadas com diferentes tratamentos (doses de fósforo x tratamento microbiológico). Na dose 0 mg dm<sup>-3</sup> de P as mudas inoculadas com *G. Clarum* e o inóculo misto apresentaram maiores IQD, diferindo dos demais tratamentos. Para as doses 60 e 120 mg dm<sup>-3</sup> de P, as mudas inoculadas com *G. Clarum* foi superior aos demais tratamentos. Na dose de 180 mg dm<sup>-3</sup> de P *G. Clarum* proporcionou maior índice não diferindo de *G. margarita*, porém diferiu dos demais tratamentos.

Na Figura 10, observa-se que as doses de fósforo testadas influenciaram significativamente os tratamentos, exceto as mudas inoculadas com o inóculo misto, as quais apresentaram média igual a 2,1. As mudas significativamente influenciadas apresentam elevado IQD, com o aumento das doses de P aplicadas ao substrato e inoculadas com os fungos micorrizicos.

Tabela 8. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Índice de Qualidade de Dickson (IQD)				
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	Média
<i>G. Margarita</i>	0,87b	2,10b	2,19b	2,57ab	1,93
<i>G. Clarum</i>	2,12a	2,52a	2,98a	2,77a	2,60
Misto	2,16a	2,04b	2,30b	2,18c	2,17
Sem Fungo	1,05b	2,04b	2,21b	2,38bc	1,92
Média	1,55	2,18	2,42	2,48	2,16
CV (%)	8,6				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G.clarum*+*G.margarita*

Os dados de IQD (Figura 10) apresentaram resposta quadrática, crescendo até certo ponto com o aumento das doses de P aplicadas ao substrato, sendo que na dose (180 mg dm<sup>-3</sup>) ocorre um decréscimo. No entanto, o inóculo misto não foi influenciado pelas doses crescentes de P aplicadas ao substrato.

Segundo Gomes (2001), o Índice de Qualidade Dickson (IQD) permite classificar mudas quanto à qualidade, a partir das relações de parâmetros morfológicos, no qual, o maior índice representa uma muda com melhor qualidade. Assim, o incremento positivo alcançado com as doses de e inoculação com os FMA demonstraram que a nutrição com P e FMA em mudas de paricá interfere diretamente e positivamente na sua qualidade.

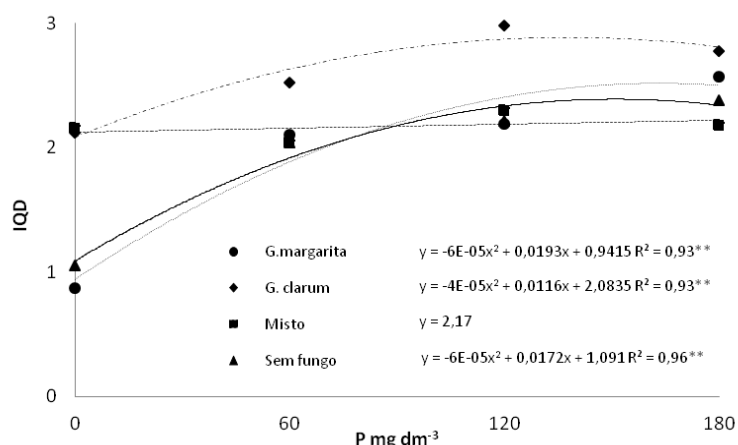


Figura 10. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

De acordo com Rondon (2000) quanto maior o IQD melhor é a qualidade da muda produzida. Assim, o incremento positivo alcançado com as doses de fósforo e FMA demonstraram que ocorre interfere diretamente e positivamente na qualidade de mudas de paricá.

#### 4.3 Conteúdos de N, P, K, Ca, Mg e S da matéria seca da parte aérea das mudas de paricá

Os conteúdos de P, K, Ca e Mg foram influenciados pelas doses de fósforo (P) e pelos tratamentos microbiológicos (Tabelas 9, 10 e 11, 12 e Figuras 12, 13, 14 e 15). Em relação o conteúdo de S apenas foi significativo para as doses de P (Figura 15.). Esses resultados mostram a importância dos FMAs na absorção de outros nutrientes além do P.

Não houve diferença significativa para o conteúdo de N em relação à presença ou ausência de dos FMAs e nem para as doses de fósforo aplicadas ao substrato (dados não apresentados). De acordo com George (2000), a concentração de N na parte aérea de plantas, geralmente, não é influenciada pela associação com FMAs. Clark e Zeto (2000) relatam que o N é mais absorvido em plantas micorrizadas, entretanto, há relatos de ausência de efeito, ou mesmo redução da absorção (George, 2000). Resultados semelhantes foram observados por Pouyú-Rojas e Siqueira (2000) e Carneiro (1996).

Tabela 9. Conteúdo de P nas mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Conteúdo de P (g kg <sup>-1</sup> )				
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	Média
<i>G. Margarita</i>	6,9b	24,5b	31,4ab	33,2b	24,0
<i>G. Clarum</i>	18,8a	30,1ab	34,9a	41,3a	31,3
Misto	21,9a	32,2a	31,3ab	43,9a	32,4
Sem Fungo	5,7b	25,4b	26,3b	40,1a	24,4
Média	13,3	28,1	31,0	39,6	28,0
CV (%)	12,2				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G.clarum*+*G.margarita*

O conteúdo de P no tecido vegetal aumentou linearmente em resposta às doses P e FMAs. No geral, os tratamentos obtiveram valores de ordem crescente conforme o aumento na dose de P (Fig.11). Os conteúdos de P foram os mais influenciados pela inoculação. As plantas micorrizadas na ausência da adubação fosfatada apresentaram maior conteúdo de P em relação ao controle.

Esses resultados mostram a importância dos FMAs em promover a maior absorção do P em relação às não inoculadas (Tabela 9), resultando no principal benefício da associação (Smith e Read, 1997). Esse incremento na absorção de P pelas raízes associadas ao fungo é atribuído ao aumento da superfície de absorção e, conseqüentemente, do volume de solo explorado (Hayman e Mosse, 1972, apud Santo et al. 2002).

As mudas inoculadas com *G. margarita*, *G. clarum* e o inóculo misto, promoveram um incremento de 21,37%, 229,42% e 284,41%, respectivamente, em relação ao controle, quando não foi realizada a adubação fosfatada (Tabela 4).

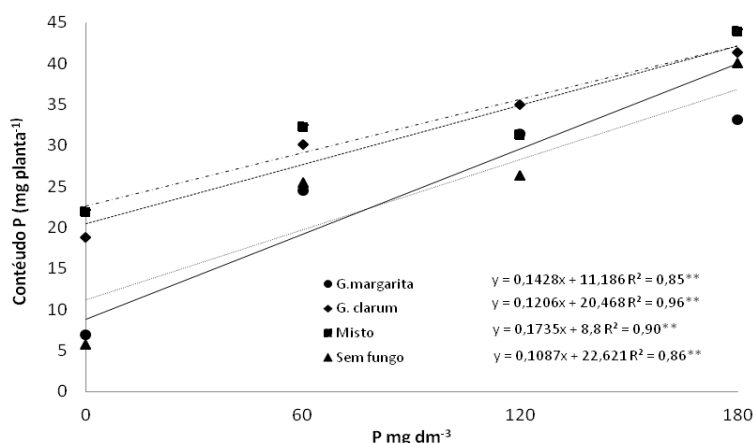


Figura 11. Conteúdo de P das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Dessa forma, pode-se considerar que a associação dos FMAs com as mudas de paricá foi efetiva para absorção desse nutriente. De modo geral, a inoculação com FMAs resultaram em maior acúmulo de P, sendo verificada a interação significativa dos FMAs e as doses de P nas plantas. Resultado semelhante foi encontrado por Schiavo e Martins (2003), os quais verificaram que os FMAs proporcionaram aumentos nos conteúdos de P da parte aérea das mudas de *Acacia mangium*, mesmo quando o substrato apresentou elevados teores de P. Schiavo et al (2009) avaliando os conteúdos dos nutrientes das mudas inoculadas com FMAs, observaram acréscimos em relação às não inoculadas.

Os resultados evidenciaram o efeito sinérgico entre o P e a micorriza para paricá, obtido por meio da adubação fosfatada e da inoculação com *G. clarum* e o inóculo misto. Vandresen et al. (2007) observaram em cinco espécies florestais nativas a maior concentração de P nas folhas em plantas micorrizadas. O efeito do fósforo é importante na produção de mudas de boa qualidade, pois melhora características muito importantes da planta que são a capacidade fotossintética e de absorção de água e nutrientes (Lima et al., 2011).

De acordo com Vance et al. (2002) a melhoria da aquisição e utilização de plantas P têm evoluído um diversificado leque de estratégias para obter P adequado em condições limitantes, como promover alterações de raiz arquitetura ou aumentar a expressão dos numerosos genes envolvidos na adaptação de

baixo P, entre outras. Segundo os mesmos autores essas adaptações podem ser menos pronunciadas nas plantas micorrizadas associados. Segundo Flores-Aylas et al. (2003) o crescimento inicial das espécies arbóreas pioneiras é favorecido pela elevação da disponibilidade de P no solo e pela inoculação de FMAs.

Vários trabalhos vêm mostrando que as espécies arbóreas nativas em estágio inicial de crescimento, quando micorrizadas apresentaram maior absorção de P (Siqueira et al., 1998; Pouyú-Rojas e Siqueira, 2000; Flores-Aylas et al., 2003). Estes resultados sugerem que a aplicação dos FMAs pode redundar em economia com adubação fosfatada.

A aquisição de K pelas mudas de paricá quando inoculadas com FMAs não apresentaram efeito significativo em relação à testemunha, quando foi adicionado P ao substrato (Tabela 10). Entretanto, as espécies *G. clarum* e o inóculo misto foram expressivos na absorção desse nutriente no substrato de baixa concentração de P, as quais obtiveram as maiores médias para conteúdo de K em relação ao controle, isso mostra que os FMAs também contribuem para a maior aquisição de outros nutrientes pelas plantas, além do P, sendo que *G. clarum* e o inóculo misto apresentaram incremento de 26,7% e 30,9%, respectivamente, em relação ao controle, quando não foi realizada a adubação fosfatada (Tabela 10).

Tabela 10. Conteúdo de K nas mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Conteúdo K (mg planta <sup>-1</sup> )				
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				Média
	0	60	120	180	
<i>G. Margarita</i>	86,87b	154,39a	142,40a	134,40a	129,52
<i>G. Clarum</i>	131,41a	144,49a	150,27a	154,46a	145,16
Misto	135,78a	140,99a	127,97a	148,87a	138,40
Sem Fungo	103,65ab	135,91a	132,65a	139,62a	127,96
Média	114,43	143,95	138,32	144,34	135,26
CV (%)	13,09				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G.clarum*+*G.margarita*.

Em relação às mudas inoculadas com *G. margarita* foram encontrados os menores valores para conteúdo de K em relação aos demais tratamentos quando não foi realizada a adubação fosfatada. Por outro lado, quando receberam adubação fosfatada, observou-se um aumento. Isso indica que a adubação fosfatada auxilia na maior absorção do K, independente da inoculação dos FMAs.

De acordo com Marshner e Dell, (1994) as hifas fúngicas são capazes de absorver e transportar K para o hospedeiro, entretanto, não exercem tanta influência nos nutrientes que se movimentam no solo por fluxo de massa comparado com aqueles que se movem por difusão, como o P. (Giri et al. 2005).

A aplicação crescente das doses de P influenciaram significativamente apenas as mudas inoculadas com a espécie *G. margarita* e o controle (Fig.12).

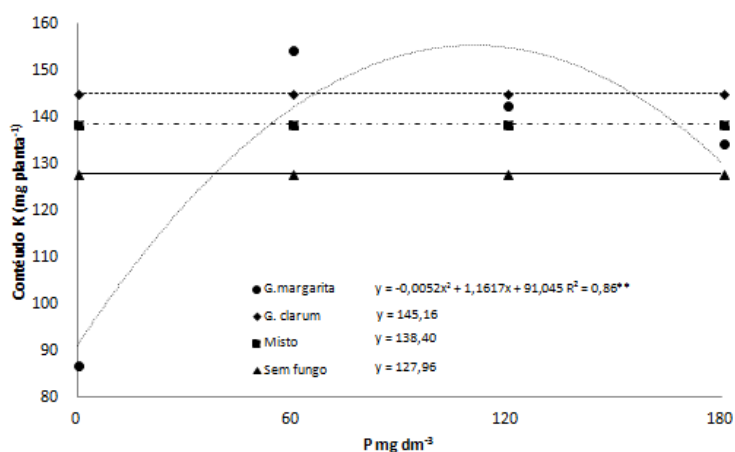


Figura 12. Conteúdo de K das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Observou-se influência da inoculação com FMAs e dosagens de P sobre os conteúdos foliares de Ca no paricá. Maior conteúdo de Ca observado entre as mudas inoculadas com FMA foi proporcionado pelo inóculo misto (na ausência da adubação fosfatada) com média de  $157 \text{ mg planta}^{-1}$  (Tabela 11.).

As mudas de paricá em associação com os FMAs apresentaram as maiores médias para conteúdos de Ca (Tabela 11), porém, quando foram adicionadas as doses de P ao substrato, houve uma diminuição no conteúdo para as mudas inoculadas com o inóculo misto. O *G. clarum* e o inóculo misto promoveram um incremento de 60,24% e 89,16%, respectivamente, em relação ao controle, quando não foi realizada a adubação fosfatada, observa-se que na



ausência de adubação fosfatada, os FMAs apresentam uma eficiência maior de absorção de nutrientes em relação ao controle. Verifica-se também na Tabela 11 que as mudas micorrizadas com *G. margarita* não aumentaram o conteúdo de Ca em relação ao controle. Esses menores valores para conteúdo de Ca pode estar relacionado à menor produção de matéria da parte aérea observada no tratamento com inoculação com FMAs. Segundo Siqueira e Saggin Júnior. (1995), a micorrização exerce pequeno efeito na absorção de elementos catiônicos.

Tabela 11. Conteúdo de Ca nas mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Conteúdo Ca (mg planta <sup>-1</sup> )				
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				Média
	0	60	120	180	
<i>G. Margarita</i>	71b	152a	147a	152a	131
<i>G. Clarum</i>	133a	142a	126a	136a	135
Misto	157a	121a	131a	138a	137
Sem Fungo	83b	147a	130a	134a	124
Média	112	141	130	134	131
CV (%)	17,7				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G.clarum*+*G.margarita*

As doses de P aplicadas ao substrato aumentaram o conteúdo de Ca absorvido pelas mudas não inoculadas. De maneira semelhante, Pouyú-Rojas e Siqueira (2000) em trabalho com algumas espécies nativas da Mata Atlântica associadas com FMAs e adubação fosfatada, observaram aumento na aquisição de Ca.

Na ausência de adubação fosfatada, o conteúdo Mg da massa seca de parte aérea teve um incremento de 46,45 e 76,12% em mudas inoculadas com *G. clarum* e o inóculo misto, respectivamente, em relação ao controle (Tabela 12). Foram observados incrementos quando foi realizada a adubação fosfatada para as mudas inoculadas com *G. Margarita* e o controle. A maior aquisição de Mg foi observada nas mudas micorrizadas com a espécie *G. Margarita* e adição do P ao substrato (Fig. 14). Segundo Malavolta (1980), o Mg funciona como carregador de P.

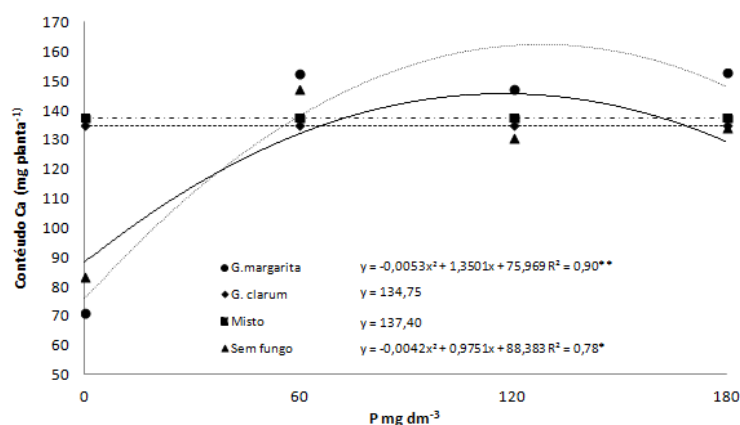


Figura 13. Conteúdo de Ca das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

A análise de regressão (Figura 14) mostrou efeito quadrático para os níveis de Mg, sendo que os maiores valores obtidos foram para as mudas inoculadas com o inóculo misto, e que o controle, o *G.clarum* e o *G.margarita* foram estatisticamente iguais em relação aos outros tratamentos inoculados.

Tabela 12. Conteúdo de Mg nas mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

Tratamento Microbiológico	Conteúdo Mg (mg planta <sup>-1</sup> )				
	P (mg dm <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	60	120	180	Média
<i>G. Margarita</i>	14,0b	32,9a	31,5a	32,6a	27,8
<i>G. Clarum</i>	22,7ab	29,3ab	27,2a	27,2a	26,6
Misto	27,3a	22,8b	27,7a	28,0a	26,5
Sem Fungo	15,5b	31,9a	29,0a	29,2a	26,4
Média	19,9	29,2	28,9	29,2	26,8
CV (%)	18,2				

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Misto: *G.clarum*+*G.margarita*

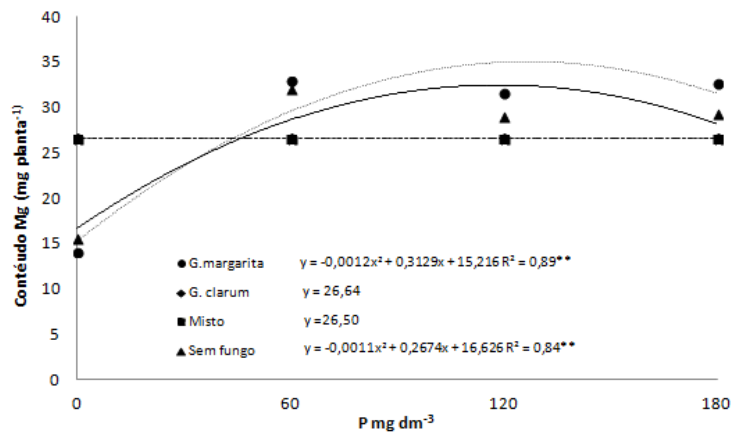


Figura 14. Conteúdo de Mg das mudas de paricá em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

O conteúdo de S não foi influenciado pela colonização micorrízica, apenas pelas diferentes dosagens de P aplicadas ao substrato, apresentando efeito linear crescente para as doses de fósforo aplicadas. Constatou-se que na dose zero, onde não foi adicionado P, houve menor incremento de S na parte aérea das mudas de paricá (Figura 15).

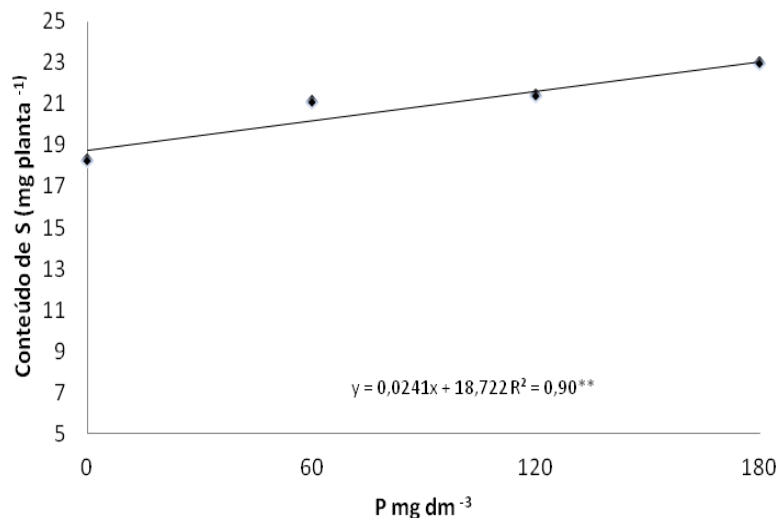


Figura 15. Conteúdo de S das mudas de paricá em função da adubação fosfatada, aos setenta e cinco dias após a semeadura.

O acúmulo de nutrientes na matéria seca da parte aérea é uma estratégia importante na recuperação de solos degradados, e neste contexto a inoculação de fungos micorrízicos tem papel importante, pois favorece este acúmulo nas espécies com maior grau de micotrofia (Sims, 1989; Siqueira et al., 1994), juntamente com adubação fosfata, que proporcionaram maior aumento no conteúdo dos nutrientes estudados. Diante dos resultados observados no presente trabalho, nota-se que o paricá apresenta um rápido crescimento inicial e grande potencial de crescimento a campo.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Conduziu-se um experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar os efeitos dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e doses de fósforo no crescimento, qualidade e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S em mudas de paricá. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4x4, sendo 3 tratamentos microbiológicos: duas espécies de FMAs compostos por *Glomus clarum* (Nicolson e Schenck) e *Gigaspora margarita* (Becker e Hall) testados de forma isolada e um tratamento com mistura das duas espécies, além do tratamento controle. Foram utilizadas quatro doses de fósforo: 0, 60, 120 e 180 mg kg<sup>-1</sup>. O substrato para a produção das mudas foi composto por uma mistura de solo e areia na proporção de 1:1 (v/v), esterilizado. Aos 75 dias após o plantio, foram avaliados: altura, diâmetro do caule, área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz, colonização micorrízica, índices de qualidade e os conteúdos de N, P, K, Ca, Mg e S da matéria seca da parte aérea das mudas de paricá.

A inoculação com *Glomus clarum* e o inóculo misto é uma prática viável a ser incorporada no processo de produção de mudas de paricá, uma vez que estas espécies de fungos proporcionaram maiores incrementos na colonização micorrízica, na altura da planta, no diâmetro do caule, na produção de matéria seca da parte aérea e raiz, área foliar, além de apresentarem maior IQD. Também proporcionaram maiores incrementos em conteúdos de P, Ca, K e Mg, principalmente quando não se realizou a adubação fosfatada. Portanto, para

produção de mudas de qualidade de paricá recomenda-se a inoculação com *Glomus clarum* e/ou inóculo misto com ou sem a adubação do solo com P.

As mudas apresentaram padrões de qualidade adequados para o plantio definitivo, a partir dos 75 dias após emergência ou até mesmo antes. O índice de qualidade de Dickson foi bom parâmetro para indicar o padrão de qualidade das mudas crescidas nas condições de casa de vegetação.

Essa é uma prática viável a ser incorporada no processo de produção de mudas de paricá, visto que proporcionaram melhores incrementos em todas as variáveis de crescimento analisadas, além de aumentar a nutrição sua nutrição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, L.K., Robson, A.D. (1986) *The effect of VA mycorrhizae on plant growth*. In: Powell, C.L., Bagyaraj, D.J. (Ed.). VA Mycorrhiza. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, p.113-130.
- Aguiar, R.L.F., Maia, L.C., Salcedo, I.H., Sampaio, E.V.S.B. (2004) Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e fósforo no desenvolvimento da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw) DC]. *Revista Árvore*, v.28, n.4, p.589-598.
- Allen, M.F. (1996) The ecology of arbuscular mycorrhizas: a look back into the 20th century and a peek into the 21st. *Mycological Research*. p 769–782.
- Alvino, F.O, Silva, M.F., Rayol, B.P. (2005) Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. *Acta Amazônica*. p. 413 – 420.
- Barea, J.M., M.J., López-Ráez, J.M., Aroca, R., Ruíz-Lozano, J.M., Ferrol, N., Azcón, R., Azcón-Aguilar, C. (2012) Arbuscular, Mycorrhizas and their significance in promoting soil-plant systems sustainability against environmental stresses in: B. Rodelas, J.Gonzalez-Lopez (Eds.), Beneficial Plant-Microbial Interactions: *Ecology and Applications Science Publishers*, (In press).
- Becker, W.N., Hall, I.R. (1976) *Gigaspora margarita*, a new species in the Endogonaceae. *Mycotaxon* 4:155-160 p.

- Bentes-Gama, M.M., Pereira, N.S., Capelasso, P.H.S., Salman, A.K.D., Vieira, A.H. (2008) Espécies arbóreas nativas com potencial para recuperação de paisagens alteradas em Rondônia. Embrapa. Documentos 128, p. 10-27.
- Berbara, R.L.L., Souza, F.A., Fonseca, H.M.A.C. (2006) III - Fungos Micorrízicos Arbusculares: Muito além da nutrição. SBCS, Nutrição Mineral de Plantas, p.432.
- Biwalda, J. G., Goh, K. M. (1982) Host-fungos competition for carbon a cause of growth depression in VA mycorrhizal ryegrass. *Soil Biology & Biochemistry*, 14: 103-106.
- Bolan, N.S. (1991) A critical review of the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant Soil*, p. 189–208.
- Borowicz, V.A. (2001) Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relations?. *Ecology*. 82, 3057–3068.
- Brasil. Lei nº 12.727/2012 - Novo código florestal.
- Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente.
- Brienza Junior, S., Pereira, J. F., Yared, J. A. G., Mourão Junior, M., Gonçalves, D. de A., Galeao, R. R. (2008) Recuperação de áreas degradadas com base em sistema de produção florestal energético-madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v. 4, n. 7.
- Brundrett, M. (2009) Mycorrhizas in natural ecosystems. *Advances in ecological research*. p 171-313.
- Burkert, B., Robson, A. (1994) <sup>65</sup>Zn uptake in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) by three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in a root-free sandy soil. *Soil Biology Biochemistry*, p. 1117–1124.
- Caione, G., Lange, A., Schoninger, E. L. (2012) Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. *Scientia. Forestalis*, v. 40, n. 94, p. 213-221.
- Caldeira, M.V.W., Silva, E.M.R.da., Franco, A.A., Watzlawick, L. F. (2003) Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de três leguminosas arbóreas. *Revista Acadêmica: Ciências agrárias e ambientais*, Curitiba, v.1, n.1, p. 27-32.



- Caldeira, M.V.W., Silva, E.M.R.da., Franco, A.A., Zanon, M.L.B. (1997) Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. *Revista Ciência Florestal*, v.7, n.1, p.1-10.
- Carneiro, J. G. A. (1995) Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- Carneiro, M.A.C., Siqueira, J.O., Davide, A.C. (2004) Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.34, p.119-125.
- Carneiro, M.A.C., Siqueira, J.O., Davide, A.C., Gomes, L.J., Curi, N., Vale, F.R. (1996) Fungo micorrízico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. *Scientia Forestalis*, n. 50, p.21-36.
- Carneiro, R.F.V., Martins, M.A., Araújo, A.S.F., Nunes, L.A.P.L. (2011) Inoculação Micorrízica Arbuscular e Adubação Fosfatada no Cultivo de Forrageiras Consorciadas. *Archivos Zootecnia*, p. 1191-1202.
- Carvalho, P.E.R. (2007) Paricá *Schizolobium amazonicum*. Embrapa. Circular técnica 142, p. 1-8.
- Chaves, A.S., Paiva,H.N. (2004) Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) Influence of different periods of shading on quality of fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) seedlings. *Scientia Forestalis*. n. 65, p. 22-29.
- Clark, R.B., Zeto, S.K. (2000) Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. *Journal of Plant Nutrition*, v. 23, n. 7, p. 867-902.
- Cruz, C. A. F., Paiva, H. N., Gomes, K. C. O., Guerrero, C. R A. (2004). Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Revista Scientia Forestalis*, n.66, p.100-107.
- Cruz, C. A. F., Paiva, H. N.de., Guerrero, C. R A. (2006) Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Revista Árvore*. vol.30 no.4.
- D´avila, F. S. (2008) *Efeito do fósforo, nitrogênio e potássio na produção de mudas clonais de eucalipto*. Dissertação (Ciência Florestal) Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa.

- Diniz, L. G., Collier, L. S., Sugai M. A. A. (2007) Desenvolvimento do *Enterolobium contortisiliquum* inoculado com fungos micorrizicos arbusculares na região do cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Gramados.
- Farias, T. M., Scabora, M. H., Maltoni, K. L., Cassiolato., A. M. R. (2013) Micorrização e crescimento de progênies de *Hymenaea stagnocarpa* Mart. ex. Hayne em subsolo de área degradada. *Ciência Florestal*. v. 23, n. 1, p. 233-243.
- Flores-Aylas, W.W., Saggin-Júnior., Siqueira, J.O., Davide, A.C. (2003) Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. p. 257-266.
- Freitas, T. A. S., Barroso, D. G., Carneiro, J. G. A., Penchel, R. M., Lamônica, K. R., Ferreira, D. A (2005) Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v.29, n.6, p.853-861.
- Freitas, T.A.S., Barroso, D.G., Souza, L.S., Carneiro, J.G.A., Paulinho, G.M. (2010) Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. *Revista Árvore*, v.34, n.5, p.761-770.
- Fonseca, E. P. (2000) *Padrão de qualidade de mudas de Trema micrantha (L.) Blume., Cedrela fissilis Vell e Aspidosperma polyneuron Muil Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento*. Jaboticabal. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.
- Fonseca, E.P., Valéri, S.V., Miglioranza, E., Fonseca, N.A.N., Couto, L. (2002) Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha (L.) Blume*, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista árvore*, v.26, n.4, p.515-523.
- Gazel Filho, A.B., Cordeiro, I.M.C., Alvarado, J.R., Filho, B.G.S. (2007) Produção de Biomassa em Quatro Procedências de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby no Estádio de Muda. *Revista Brasileira de Biociências*. p. 1047-1049.
- George, E. Nutrient uptake. In: Kapulnik, Y., Douds Jr., D.D. (2000) Arbuscular Mycorrhizas: *Physiology and Function*. Netherlands, p. 307- 343.
- Giri, B., Kapoor, R., Mukerji, G. (2005) Effect of the arbuscular mycorrhizae *Glomus fasciculatum* and *G. macrocarpum* on the growth and nutrient content of *Cassia siamea* in a semi-arid Indian wasteland soil. *New Forest*, n. 29, p. 63-73.

- Goi, S. R., Souza, F. A. (2006) Diversidade de microrganismos do solo. *Floresta e Ambiente*, p. 46 - 65.
- Gomes, J. M. (2001) *Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K*. 166f. Tese (Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Gomes, J.M., Couto, L., Leite, H.G., Xavier, A., Garcia, S.L.R. (2002) Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, *Revista Árvore*, v.26, n.6, p.655-664.
- Gomes, J. M., Paiva, H. P. (2004) Viveiros florestais (propagação sexuada). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 116p.
- Gomes, J. M., Paiva, H. N. (2006) Viveiros florestais (propagação assexuada). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa 3. ed.
- Grace, C., Stribley, D.P. (1991) A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research*, Cambridge, v.95, n.10, p.1160-1162.
- IDEFLOR (2010) Plano Safra Florestal Madeireira do Estado do Pará: Instituto de Desenvolvimento Florestal do Pará, Belém, Pará. p. 102.
- IMAZON (2011). Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/> Acesso em: 19 de abril de 2013.
- Jackson M.L. (1965) Soil chemical analysis, 5 ed. Englewood Cliffs, Prentice-Hall. 498p.
- Janos, D.P. (1988) Mycorrhiza applications in tropical forestry are temperate-zone approaches appropriate? In.: NG, F.S.P. (Ed.). Trees and mycorrhiza. Kuala Lumpur: *Forest Research Institute*. p.133-188.
- Jasper, D. A., Abbott, L. K., Robson, A. D. (1991) The effect of soil disturbance on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in soils from different vegetation types. *New Phytologist*, 118 (2): 471-476.
- Kiers, E.T., Lovelock, C.E., Krueger, E.L., Herre, E.A. (2000) Differential effects of tropical arbuscular mycorrhizal fungal inocula on root colonization and tree seedling growth: implications for tropical forest diversity. *Ecology Letters*, n. 3, p. 106-113.

- Kope, H.H., Tsantrizos, Y.S.C, Fortin, J.A., Ogilvie, K.K. (1990) Phydroxybenzoylformic and (R)-(-)-p-hydroxymandelic acid, two antifungal compounds isolated from liquid culture of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus arhizus*. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, p.258-264.
- Lacerda, K.A.P., Silva, M.M.de.S., Carneiro, M.A.C., Reis, E.F.dos., Saggin Júnior, O.J. (2011) Fungos Micorrízicos Arbusculares e Adubação Fosfatada no Crescimento inicial de seis espécies arbóreas do Cerrado. *Cerne*, p. 377-386.
- Leake, J.R., Johnson, D., Donnelly, D.P., Muckle, G.E., Boddy, L., Read, D.J. (2004) Networks of power and influence: the role of mycorrhizal mycelium in controlling plant communities and agroecosystem functioning. *Canadian Journal of Botany*, p. 1016–1045.
- Lima, J.D., Silva, B.M.S., Moraes, W.S., Dantas, V.A.V., Almeida, C.C. (2008) Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Acta Amazonica*, 38: 5-10.
- Lima, R.L.S., Severinos, L.S., Gheyi, H.R., Sofiatti, V., Arriel, N.H.C. (2011) Efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento e teor de macronutrientes de mudas de pinhão manso. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 4, p. 950-956.
- Lorenzi, H. (2002) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. p. 382.
- Lunz, A.M, Batista, T.F.C, Rosário, V.S.V, Monteiro, O.M. (2010) Ocorrência de *Pantophthalmus kerteszi* e *P. chuni* (Diptera: Pantophthalmidae) em paricá, no Estado do Pará. *Revista Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 30, n. 61, p. 71-74.
- Malavolta, E. (1980) Elementos de nutrição mineral de plantas. *Agronômica Ceres*, Piracicaba. 251p.
- Marques, L.C.T., Jorge, A.G.Y., Marco, A.S. (2006) A Evolução do Conhecimento sobre o Paricá para Reflorestamento no Estado do Pará. Embrapa. Comunicado técnico 158, p. 1-5.
- Marschner, H., Dell, B. (1994) Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, Netherlands, n. 159, p .89-102.
- Marschner, H. (1995) Mineral nutrition of higher plants. San Diego: *Academic Press*, p 889.

- Martins, H., Fonseca, A., Souza Jr, C., Sales, M., Veríssimo. (2013) Transparência Florestal. Boletim Transparência da Amazônia Legal. IMAZON, p.13.
- Mello, A. H. (2006) *Qualidade de mudas de eucalyptus grandis hillex maiden e Acacia mearnssi de wild inoculadas com fungos micorrízicos*. Tese (Ciência do Solo, Biodinâmica e Manejo do Solo) Santa Maria, RS. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, RS.
- Morgado, I.F., Carneiro, J. G. A., Leles, P. S. S., Barroso, D.G. (2000) Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden 53 utilizando resíduos prensados como substratos. *Revista Árvore*, v. 24, n. 1, p. 27-33.
- Moreira, F.M.S., Siqueira, J.O. (2006) *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: UFLA, p. 729.
- Moreira, F.M.S., Siquera, J.O. (2002) *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Editora UFLA, p. 626.
- Nicolson, T.H., Schenck, N. C. (1979) Endogonaceous mycorrhizal endophytes in Florida. *Mycologia* 71: 178-198.
- Oliveira, E.C., Pereira, T.S. (1984) Morfologia dos frutos alados em Leguminosae-Caesalpinoideae – *Martiodendron* Gleason, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium* Vogel, *Tachigalia* Aublet e *Schizolobium* Vogel. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, p. 35-42.
- Oliveira, L.A., Moreira, F.W. (2010) Características químicas dos solos e colonização radicular por fungos micorrízicos arbusculares em plantas introduzidas em clareiras da Província Petrolífera de Urucu. III Reunião Científica da Rede CTPetro Amazônia – Manaus.
- Oliveira Júnior, O. A., Cairo, P. A. R., Novaes, A. B. (2011) Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. *Revista Árvore*, v.35, n.6, p.1173-1180.
- Paron, M.E., Siqueira, J.O., Curi, N. (1997) Fungo micorrízico, fósforo e nitrogênio no crescimento inicial da trema e do fedegoso. *Revista Brasileira Ciência Solo*, p.567-574.
- Peng, S., Eissenstat, D.M., Graham, J.H., Williams, K., Hodge, N.C. (1993) Growth depression in mycorrhizal citrus at highphosphorus supply. *Plant Physiology*, Sophia, v.101, p.1063-1071.

- Pereira, E.G., Siqueira, J.O., Curi, N., Moreira, F.M.S., Purcino, A.A.C. (1996) Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, p.59-65.
- Peters, J.B. (2005) Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI. [http://uwlabs.soils.wisc.edu/files/procedures/plant\\_icp.pdf](http://uwlabs.soils.wisc.edu/files/procedures/plant_icp.pdf) acesso em 10 de março de 2013.
- Phillips, J.M., Hayman D.S. (1970) Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55: 157-160.
- Picone, C. (2000) Diversity and abundance of arbuscular mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture. *Biotropica*, v. 32, p. 734-750.
- Pouyú-Rojas, E., Siqueira, J.O. (2000) Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 1, p. 103-114.
- Pouyú-Rojas, E., Siqueira, J.O., Santos, J.G.D. (2006) Compatibilidade simbiótica de Fungos Micorrízicos Arbusculares com espécies arbóreas tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, n. 30, p. 413-424.
- Prado, R.M., Vale, D.W., Romualdo, L.M. (2005) Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. *Acta Scientiarum Agronomy*, p. 493-498.
- Reis, C.A.F., Paludzyszyn Filho, E. (2011) Estado da arte de plantios com espécies florestais de interesse para o Mato Grosso. Embrapa Florestas. Documentos, p. 10-63.
- Rillig, M.C. (2004). Arbuscular mycorrhizae, glomalin and soil aggregation. *Canadian Journal of Soil Science*. 28:355-363.
- Rocha, F.S., Saggin-Júnior, O.J., Silva, E.M.R.da, Lima, W.L.de. (2006) Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, p. 77-84.
- Rodrigues L.A., Martins M.A., Salomão M.S.M. B. (2003) Uso de micorrizas e rizóbio em cultivo consorciado de Eucalipto e Sesbânia. II - Absorção e

eficiência de utilização de fósforo e frações fosfatadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, p. 593-599.

Rondon, E.V. (2000) Comportamento de essências florestais nativas e exóticas no Norte de Mato Grosso. In, FLOREST 2000 - Congresso e exposição internacional sobre florestas, 6., 2000., Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: Biosfera, p.68.

Rosa, L. S., Vieira, T. A., Santos, D. S., Silva, L. C. B. (2009) Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, p. 87-98.

Rosa, L. dos. S (2006) Características botânicas, anatômicas e tecnológicas do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) *Revista Ciência Agrária*, Belém, n. 46, p.63-79.

Rosa, L.S., Pinheiro, K.A.O. (2001) Propagação vegetativa de estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) obtidas de material juvenil e imersas em ácido indol-3-butírico. *Revista de Ciências Agrárias*, p.79-88.

Sabogal, C, Almeida, E, Marmillod, D, Carvalho, J.O.P. (2006) Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria de sistemas. CIFOR: Belém, PA. p.190.

Saggin Júnior, O.J., Silva, E.M.R. (2006) Micorriza Arbuscular – Papel, Funcionamento e Aplicação da Simbiose. Embrapa. Miolo\_Biota.pmd. 101-150 p.

Saggin Júnior, O. J. (1997) *Micorrizas arbusculares em mudas de espécies arbóreas do Sudeste brasileiro*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997. 120 p.

Saggin Júnior, O.J., Siqueira, J.O. (1995) Avaliação da eficiência simbiótica de fungos endomicorrízicos para o cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.19, p.221-228.

Santos, I. P. A.dos., Pinto, J. C., Siqueira, J. O., Morais, A. R.de., Santos., C. L. (2002) Influência do Fósforo, Micorriza e Nitrogênio no Conteúdo de Minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* Consorciados. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.31, n.2, p.605-616.

Santos, J.G.D., Siqueira, J.O., Moreira, F.M.de.S. (2008) Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos de áreas de mineração de bauxita

- no crescimento inicial de espécies nativas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:141-150.
- Scabora, M.H., Maltoni, K .L., Cassiolato, A.M.R. (2010) Crescimento, fosfatase ácida e micorrização de espécies arbóreas em solo de cerrado degradado. *Bragantia*. 69, 445–451.
- Schiavo, J.A., Martins, M.A. (2003) Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. *Pesquisa agropecuária brasileira*, p. 173-178.
- Schiavo, J.A., Martins, M.A., Rodrigues, L.A. (2009) Avaliação nutricional 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*, 31 (4): 701-707.
- Schussler. A., Walker. C. (2010) The Glomeromycota. A species list with new families and new genera. Disponível em: <[http:// www.AMF-phylogeny.com](http://www.AMF-phylogeny.com).> Acesso em: 01 de junho de 2013.
- Silva Neto, P.A., Alvino, F. O., Rayol, B.P., Prata, S.S., Esquerdo, L. N. (2007) Métodos para Superação de Dormência em Sementes de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) (Leguminosae - Caesalpinioideae) *Revista Brasileira de Biociências*, p. 732-734.
- Silva, A.C., Vieira, C.T., Rosado, S.C.S. (2005) Variabilidade em *Eremanthus erythropappus* para resposta à inoculação micorrízica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, p. 400-405.
- Silva, M.R. (1998) *Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de Eucalyptus grandis Hills ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Curitiba, PR. Universidade Federal do Paraná, 105 p.
- Silva, R.F., Antonioli, Z.I., Andreazza, R. (2002) Efeito da inoculação com fungos ectomicorrízicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solo arenoso. *Ciência Florestal*, v. 13, n. 1, p. 33-42.
- Silva, W.Z., Brinate, S.V.B., Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T., Lima, W.N.R., Martins, D. (2011) Métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.13, p. 747-759.
- Silveira, A. P. D., Silva, L. R., Azevedo, I. C., Oliveira, E., Meletti, L. M. M. (2003) Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de



maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. *Bragantia*, Campinas, v.62, n.1, p.89-99.

Silveira, A.P.D., Gomes, V.F.F. (2007) Micorrizas em plantas frutíferas tropicais. In: Silveira, A.P.D., Freitas, S.S. (Ed.). *Microbiota do Solo e qualidade Ambiental*, Campinas: Instituto Agrônômico, 57-77 p. (Publicação online).

Sims, G.K. (1989) Biological degradation of soil. *Advances in Soil Sciences*, New York, v.14, p 331-339.

Siqueira, J.O (1994) Micorrizas arbusculares. In *Microorganismos de importância agrícola* (Araújo R.S. & Hungria, M. eds.). Embrapa/CNPAP, Brasília, p. 151-194.

Siqueira, J.O., Saggin-Júnior, O.J. (1995) The importance of mycorrhizae association in natural in low fertility soils. In: *Symposium on environmental stress: Maize in Perspective. Proceedings*. Sete Lagoas: Embrapa, p.240-280.

Siqueira, J.O. (1996) Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas. Lavras, Universidade Federal de Lavras, (ed.) p.39-65.

Siqueira, J.O., Carneiro, M.A.C., Curi, N., Rosado, S.C.S., Davide, A.C. (1998) Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native woody species as related to successional groups in Southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 107, p. 241-252.

Siqueira, J.O., Lambais, M.R., Stürmer, S.L. (2002) Fungos micorrízicos arbusculares. Características, associação simbiótica e aplicação na agricultura. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*. p. 12-21.

Siqueira, J.O., Saggin-Júnior, O.J. (2001) Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of Brazilian native wood species. *Mycorrhiza*, v. 11, n. 5, p. 245-255.

Siqueira, J.O., Sylvia, D.M., Gibson, J., Hubbell, D.H. (1985) Spores, germination, and germ tubes of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Canadian Journal of Microbiology*. p.965-972.

Smith, S.E., Read, D.J. (1997) *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London. p.605.

Smith, S.E., Read, D.J. (2008) *Mycorrhizal Symbiosis*. 3ª ed. Califórnia: Academic Press, p.605.

- Souchie, E. L., Campello, E. F. C., Saggin-Júnior, O. J., Silva, E. M. R. (2005) Mudanças de espécies arbóreas inoculadas com bactérias solubilizadoras de fosfato e fungos micorrízicos arbusculares. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 35, n. 2.
- Sousa, D.B., Carvalho, G.S., Ramos, E.J.A. (2005) Paricá *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. *Informativo Técnico*, 13. Rede de Sementes da Amazônia.
- Souza, L.A.B., Bonnassiss, P.A.P., Silva Filho, G.N., Oliveira, V.L. (2008) Novos isolados de fungos ectomicorrízicos e o crescimento de eucalipto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, p. 235-24.
- Sugai, M.A.A., Collier, L.S., Saggin-Júnior, O.J. (2010) Inoculação micorrízica no crescimento de mudas de angico em solo de cerrado. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 2, p.416-423.
- Sturion, J.A., Antunes, J.B.M. (2000) Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. (Org.) Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, p.125- 174.
- Van Veen, J.A., Merckx, R., Van de Geijn, S.C. (1989) Plant and soil related controls of the flow of carbon from roots through the soil microbial biomass. *Plant and Soil*, 115: 179-188.
- Vance, C. P., Uhde-Stone, C., Allan, D. L. (2003) Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*. v. 157, n. 3, p. 423-447.
- Vandresen, J., Nishidate, F. R., Torezan, J. M. D., Zangaro, W. (2007) Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação na formação e pós-transplante de mudas de cinco espécies arbóreas nativas do sul do Brasil. *Acta Botânica Brasileira*. p. 753-765.
- Viégas, I.J.M., Ramos, E.J.A., Thomaz, M.A.A., Sato, T. (2007). Efeito da adubação NPK em Plantas Jovens de Paricá (*Schizolobium amazonicum*, Huber Ducke). Embrapa. Comunicado Técnico, p. 2-4.
- Vieira, A.H., Locatelli, M., França, J.M., Carvalho, J.O.M. ( 2006) Crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby sob diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. Embrapa. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, p. 7-17.

- Vieira, F., Gomes, S. W. F., Lima, J. P. C., Mello Filho, J. A. (1998) *Schizolobium parahyba* (Veil.) uma análise de desenvolvimento em três ambientes na fase de viveiro. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 118-123.
- Zangaro, W., Andrade, G. (2002) Micorrizas arbusculares em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. p. 171-210. *In*: Medri, M.E., E. Bianchini, E., Pimenta, J.A., Shibata, O. (eds.). A bacia do rio Tibagi. Edição dos editores. Londrina.
- Zangaro, W., Nishidate, F.R., Camargo, F.R.S., Romagnoli, G.G., Vandresen, J. (2005) Relationship among AM fungi symbiosis, root morphology and seedling growth of tropical native woody species in south Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 21: 529-540.
- Zonta, E. P., Machado, A. A., Silveira Júnior, P. (1984). *Sistema de análises estatísticas para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 151 p.

## APÊNDICES

Tabela 1. Quadro de Anova da variável altura das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	4.2304	1.4101	0.4998	0.68833 <sup>ns</sup>
Fungo	3	442.4492	147.4830	52.2755	0.00001**
Fósforo	3	267.2617	89.0872	31.5770	0.00001**
Fungo*Fósforo	9	1165.8164	129.5351	45.9138	0.00001**
Resíduo	45	126.9570	2.8212		
Total	63	2006.7148			

Tabela 2. Quadro de Anova da variável matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	5.2055	1.7351	1.2176	0.31396 <sup>ns</sup>
Fungo	3	55.5955	18.5318	13.0045	0.00003**
Fósforo	3	146.6520	48.8840	34.3037	0.00001**
Fungo*Fósforo	9	100.7213	11.1912	7.8533	0.00001**
Resíduo	45	64.1265	1.4250		
Total	63	372.3010			

Tabela 3. Quadro de Anova da variável área foliar (AF) das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	3334.59	1111.53	0.0793	0,97014 <sup>ns</sup>
Fungo	3	429041.44	143013.81	10.1998	0,00010 <sup>**</sup>
Fósforo	3	277649.75	92549.58	6.6007	0,00115 <sup>**</sup>
Fungo*Fósforo	9	1441152.99	160128.11	11.4205	0,00001 <sup>**</sup>
Resíduo	45	630952.61	14021.16		
Total	63	2782130.39			

Tabela 4. Quadro de Anova da variável matéria seca de raiz (MSR) das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	0.6849	0.2283	1.2028	0,31939 <sup>ns</sup>
Fungo	3	34.6740	11.5580	60.8910	0,00001 <sup>**</sup>
Fósforo	3	58.6398	19.5466	102.9773	0,00001 <sup>**</sup>
Fungo*Fósforo	9	29.0102	3.2233	16.9816	0,00001 <sup>**</sup>
Resíduo	45	8.5416	0.1898		
Total	63	131.5507			

Tabela 5. Quadro de Anova da variável diâmetro das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	0.4628	0.1542	1.0203	0,39370 <sup>ns</sup>
Fungo	3	11.7265	3.9088	25.8491	0,00001 <sup>**</sup>
Fósforo	3	8.6022	2.8674	18.9620	0,00001 <sup>**</sup>
Fungo*Fósforo	9	9.2940	1.0326	6.8290	0,00003 <sup>**</sup>
Resíduo	45	6.8048	0.1512		
Total	63	36.8905			

Tabela 6. Quadro de Anova da relação altura/diâmetro (H/DC) das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	0.1906920	0.0635640	0.5204	0,67446 <sup>ns</sup>
Fungo	3	2.1479416	0.7159805	5.8621	0,00215 <sup>**</sup>
Fósforo	3	1.9156804	0.6385601	5.2283	0,00382 <sup>**</sup>
Fungo*Fósforo	9	10.6262131	1.1806903	9.6670	0,00001 <sup>**</sup>
Resíduo	45	5.4961334	0.1221363		
Total	63	20.3766605			

Tabela 7. Quadro de Anova da relação matéria seca da parte aérea /raiz (PA/R) das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	0.2250376	0.0750125	0.3073	0.82183 <sup>ns</sup>
Fungo	3	18.9675136	6.3225045	25.8984	0.00001**
Fósforo	3	43.8631262	14.6210421	59.8911	0.00001**
Fungo*Fósforo	9	37.8361879	4.2040209	17.2206	0.00001**
Resíduo	45	10.9857133	0.2441270		
Total	63	111.8775785			

Tabela 8. Quadro de Anova da relação Índice de qualidade (IQD) das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	0.1866297	0.0622099	1.7867	0.16202 <sup>ns</sup>
Fungo	3	4.7863295	1.5954432	45.8228	0.00001**
Fósforo	3	8.5641176	2.8547059	81.9901	0.00001**
Fungo*Fósforo	9	3.9191644	0.4354627	12.5069	0.00001**
Resíduo	45	1.5667953	0.0348177		
Total	63	19.0230364			

Tabela 9 Quadro de Anova da variável conteúdo de P das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	55.0100	18.3366	1.5429	0.21530 <sup>ns</sup>
Fungo	3	943.3091	314.4363	26.4575	0.00001**
Fósforo	3	5755.5365	1918.5121	161.4288	0.00001**
Fungo*Fósforo	9	438.5765	48.7304	4.1003	0.00090**
Resíduo	45	534.8056	11.8845		
Total	63	7727.2356			

Tabela 10. Quadro de Anova da variável conteúdo de K das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	523.9294	174.6431	0.5569	0.65028 <sup>ns</sup>
Fungo	3	3107.6141	1035.8713	3.3029	0.02806*
Fósforo	3	9617.9458	3205.9819	10.2223	0.00010**
Fungo*Fósforo	9	6276.1582	697.3509	2.2235	0.03749*
Resíduo	45	14113.2078	313.6268		
Total	63	33638.8555			

Tabela 11. Quadro de Anova da variável conteúdo de Ca das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	1411.2682	470.4227	0.8596	0.52854 <sup>ns</sup>
Fungo	3	1678.6953	559.5651	1.0225	0.39271 <sup>ns</sup>
Fósforo	3	9120.0843	3040.0281	5.5553	0.00282**
Fungo*Fósforo	9	22708.7490	2523.1943	4.6109	0.00040**
Resíduo	45	24625.2256	547.2272		
Total	63	59544.0226			

Tabela 12. Quadro de Anova da variável conteúdo de Mg das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	119.6018	39.8672	1.6535	0.18927 <sup>ns</sup>
Fungo	3	19.6838	6.5612	0.2721	0.84636 <sup>ns</sup>
Fósforo	3	1027.3301	342.4433	14.2032	0.00002**
Fungo*Fósforo	9	803.8357	89.3150	3.7044	0.00180**
Resíduo	45	1084.9669	24.1103		
Total	63	3055.4186			

Tabela 13. Quadro de Anova da variável conteúdo S das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	35.8839	11.9613	1.1737	0.33030 <sup>ns</sup>
Fungo	3	64.3910	21.4636	2.1060	0.11155 <sup>ns</sup>
Fósforo	3	186.0296	62.0098	6.0845	0.00177**
Fungo*Fósforo	9	128.4448	14.2716	1.4003	0.21623 <sup>ns</sup>
Resíduo	45	458.6177	10.1915		
Total	63	873.3672			

Tabela 14. Quadro de Anova da variável conteúdo N das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	3695.0540	1231.6846	1.9078	0.14065 <sup>ns</sup>
Fungo	3	1451.6906	483.8968	0.7495	0.53120 <sup>ns</sup>
Fósforo	3	3241.5546	1080.5182	1.6736	0.18488 <sup>ns</sup>
Fungo*Fósforo	9	2676.4940	297.3882	0.4606	0.89311 <sup>ns</sup>
Resíduo	45	29052.414	645.6092		
Total	63	40117.207			

Tabela 15. Quadro de Anova da variável colonização micorrízica das plantas de paricá aos setenta e cinco dias após o plantio.

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.> F
Bloco	3	1292.18	430.72	2.20	0.09914 <sup>ns</sup>
Fungo	3	95992.18	31997.39	163.94	0.00001 <sup>**</sup>
Fósforo	3	792.18	264.06	1.35	0.26846 <sup>ns</sup>
Fungo*Fósforo	9	1776.56	197.39	1.01	0.44592 <sup>ns</sup>
Resíduo	45	8782.81	195.17		
Total	63	108635.93			