



HUGO CESAR TADEU

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E
DOSES DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE
Parkia nitida (Miquel) EM VIVEIRO NO SUL DO
AMAZONAS**

**LAVRAS – MG
2017**

HUGO CESAR TADEU

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E DOSES DE FÓSFORO
NA PRODUÇÃO DE *Parkia nitida* (Miquel) EM VIVEIROS NO SUL DO
AMAZONAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Solo e sua interface com o ambiente, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Marco Aurélio Carbone Carneiro
Orientador
Prof. Dr. Marcio Rodrigues Miranda
Coorientador

**LAVRAS – MG
2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados
informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Tadeu, Hugo Cesar.

Fungos micorrízicos arbusculares e doses de fósforo na produção de
Parkia nitida (Miquel) em viveiro no sul do Amazonas / Hugo Cesar
Tadeu. - 2017.

39 p.

Orientador(a): Marco Aurélio Carbone Carneiro.

Coorientador(a): Marcio Rodrigues Miranda.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. *Parkia oppositifolia* Spruce. 2. Faveira-pé-de-arara. 3. Áreas
degradadas. I. Carneiro, Marco Aurélio Carbone. II. Miranda, Marcio
Rodrigues. III. Título

HUGO CESAR TADEU

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E DOSES DE FÓSFORO
NA PRODUÇÃO DE *Parkia nitida* (Miquel) EM VIVEIRO NO SUL DO
AMAZONAS**

**ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND PHOSPHORUS DOSES
IN THE PRODUCTION OF *Parkia nitida* (Miquel) IN NURSERIES IN
THE SOUTH OF THE AMAZONAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Solo e sua interface com o ambiente, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 12 de dezembro de 2017.

Dr. Edicarlos Damacena de Souza UFMT

Dr. Flavio Araújo Pinto UFLA

Dr. Jessé Valentim dos Santos UFLA

Prof. Dr. Marco Aurélio Carbone Carneiro
Orientador
Prof. Dr. Marcio Rodrigues Miranda
Coorientador

**LAVRAS – MG
2017**

*À minha família por ter me instruído e auxiliado nos caminhos da
minha vida.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM que através do EDITAL N° 001/2016 PADCIT/PRP/PGI/IFAM custeou parte do projeto.

À direção do IFAM *Campus* Lábrea pela sensibilidade às necessidades advindas da pesquisa e por todo apoio administrativo.

Ao professor Marco Aurélio Carbone Carneiro, pela orientação, paciência e disposição para ajudar.

A todos servidores da UFLA pelo apoio, em especial ao técnico Manoel.

Aos colegas servidores do *Campus* Lábrea, o coorientador Marcio Rodrigues Miranda, Fábio Magalhães, Heleno Filho, Marco Ritter, Marcos Ferreira, Álefe Viana, Antônio Cleber, Arquimar, Claudina, Jamerson, José Avelino, Leandro Alho, Pedro Italiano, Raphael, Rosiel e Venicio.

Aos alunos do terceiro ano do curso de Agropecuária do IFAM.

Aos colegas do mestrado.

Aos meus pais, Israel e Maria, pelo amor e apoio em todas as etapas da minha vida e às minhas irmãs Isamara e Maraisa pelo amor fraterno e conselhos.

Às pessoas, que com amor, apoio e torcida de uma forma direta ou indireta contribuíram.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A qualidade das mudas produzidas constitui fator principal para o sucesso de povoamentos florestais. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) formam uma associação simbiótica mutualista com as raízes da maioria das plantas tropicais e ampliam a área de exploração no solo favorecendo a absorção de água e nutrientes, principalmente o fósforo. Apesar de esta associação ser muito estudada, pouco se sabe dos efeitos da inoculação com FMAs no desenvolvimento inicial de plantas do gênero *Parkia* e principalmente da sua necessidade nutricional de fósforo. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inoculação com FMAs em diferentes doses de fósforo no crescimento inicial da *Parkia nitida*. A condução experimental ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Lábrea (7°15'02.9"S 64°47'05.5"W), sendo realizado em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 sendo 5 tratamentos: 1) tratamento controle, sem adição de fósforo; 2) com adição de 20 mg L⁻¹ fósforo; 3) 40 mg L⁻¹ fósforo; 4) 80 mg L⁻¹ fósforo; 5) 160 mg L⁻¹ fósforo. Todos os tratamentos tiveram a adição de fungos micorrízicos em metade das plantas avaliadas e, a metade restante em cada tratamento não recebeu a inoculação. A inoculação se deu através da aplicação de 5 mL de solo inóculo (raízes colonizadas, hifas e esporos) contendo uma mistura de esporos (70 esporos/mL) das espécies *Acaulospora longula*, *Acaulospora morrowiae*, *Dentiscutata heterogama* e *Paraglomus occultum*. Os esporos de fungos micorrízicos arbusculares nativos foram obtidos do solo coletado em um castanhal (7°28'15.3"S 64°39'26.3"W) e multiplicados em vasos de cultivos com braquiária por 8 meses. As variáveis analisadas foram a Taxa de Sobrevivência (TDS), altura (h), diâmetro do colo (d), Índice de Qualidade de Mudas (h/d), área dos folíolos (ADF), número de folíolos (NDF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), relação MSPA/MSR, massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). As variáveis h e h/d foram significativas para a interação entre fatores apenas no tratamento sem inoculação. As plantas apresentaram incrementos lineares com aumento nas doses fósforo, para as variáveis ADF, MSPA e MST. As demais variáveis não foram significativas. Não foi possível determinar a dose adequada de fósforo para a produção de mudas de Faveira-branca, contudo a parte aérea das mudas respondeu positivamente ao incremento nas doses de fósforo. A inoculação com mistura de esporos (solo inóculo) não mostrou resultados significativos nas condições experimentais assim como na interação com fósforo.

Palavra-chave: *Parkia oppositifolia* Spruce. Faveira-pé-de-arara. Áreas degradadas. Madeira. Quebra de dormência. Área foliar.

ABSTRACT

The quality of the produced seedlings is a major factor for the success of forest stands. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) form a mutualistic symbiotic association with the roots of most tropical plants and extend the exploitation area of soil, favoring the absorption of water and nutrients, especially phosphorus. Although this association is much studied, little is known about the effects of AMF inoculation on the initial development of *Parkia* genus plants and mainly about their phosphorus nutritional need. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of the AMF inoculation in different doses of phosphorus on the initial growth of *Parkia nitida*. The experiment occurred at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Amazonas - Lábrea Campus (7°15'02.9"S 64°47'05.5"W), being carried out in a completely randomized design in a 5x2 factorial scheme, with 5 treatments: 1) control treatment, without phosphorus addition; 2) with addition of 20 mg L⁻¹ phosphorus; 3) 40 mg L⁻¹ phosphorus; 4) 80 mg L⁻¹ phosphorus; 5) 160 mg L⁻¹ phosphorus. In all treatments occurred the addition of mycorrhizal fungi in half of the evaluated plants, and the remaining half in each treatment did not receive the inoculation. The inoculation was done by applying 5 mL of inoculum soil (colonized roots, hyphae and spores) containing a mix of spores (70 spores/mL) of the species *Acaulospora longula*, *Acaulospora morrowiae*, *Dentiscutata heterogama* and *Paraglomus occultum*. The native arbuscular mycorrhizal fungi spores were obtained from the soil collected in a chestnut tree area (7°28'15.3"S 64°39'26.3"W) and multiplied in flowerpots with *brachiaria* for 8 months. The variables analyzed were the Survival Rate (TDS), height (h), lap diameter (d), Seedling Quality Index (h/d), leaflet area (ADF), leaflet number (NDF), dry mass of the aerial part (MSPA), dry mass of the root (MSR), MSPA/MSR ratio, total dry mass (MST) and Dickson Quality Index (IQD). The variables h and h/d were significant for the interaction between factors only for the treatment without inoculation. The plants presented linear increments with phosphorus doses increase, for the variables ADF, MSPA and MST. The other variables were not significant. It was not possible to determine the appropriate phosphorus dose for the production of *Faveira-branca* seedlings, but the aerial part of the seedlings positively responded to the increase of the phosphorus doses. Inoculation with spore mix (inoculum soil) did not show significant results in the experimental conditions as well as in the phosphorus interaction.

Keywords: *Parkia oppositifolia* Spruce. *Faveira-pé-de-arara*. Degraded areas. Wood. Dormancy breaking. Leaf area.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	Fungos.....	10
2.2	Uso de fungos micorrízicos arbusculares em espécies arbóreas.....	11
2.3	A importância do fósforo (P).....	13
2.4	Os solos da Amazônia.....	14
3	OBJETIVOS.....	16
3.1	Objetivo geral.....	16
3.2	Objetivos específicos.....	16
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
6	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas é uma alternativa de renda para pequenos agricultores e, o investimento em insumos pode limitar a implantação de viveiros comerciais, sendo necessário o desenvolvimento de práticas sustentáveis que possam ser aplicáveis.

Uma das maiores dificuldades para o uso de espécies arbóreas amazônicas em sistemas agroflorestais, arborização, recomposição e recuperação de áreas degradadas, é a obtenção de mudas em escala comercial e que apresentem boa qualidade. Para atender a diversos desses fins supracitados, a *Parkia nitida* pode ser considerada uma espécie com grande potencial, pois é uma leguminosa que apresenta rápido crescimento e boa qualidade de madeira. Para áreas degradadas, espécies arbóreas leguminosas têm destaque, pois apresentam rápido crescimento e, em associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, podem disponibilizar grande quantidade desse nutriente (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Em regiões como o Sul do Amazonas onde a dificuldade em adquirir adubos e corretivos limita o desenvolvimento regional, ter a possibilidade de produzir mudas vigorosas e com recursos locais pode mudar esta realidade. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) quando associados com as raízes ,ampliam a área de exploração no solo favorecendo a absorção de nutrientes, principalmente os de baixa mobilidade como o fósforo (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). Ainda são escassos os estudos para a determinação da necessidade de nutrientes pela *Parkia nitida* e se a mesma pode se associar com os fungos micorrízicos arbusculares.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inoculação com Fungos Micorrízicos Arbusculares em diferentes doses de fósforo no crescimento inicial da *Parkia nitida* no Sul do Amazonas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fungos

No Reino Fungi são reconhecidos três grupos distintos: os fungos filamentosos, as leveduras e os cogumelos, sendo os dois primeiros considerados fungos microscópicos e o último macroscópico. Constituem um reino muito grande e heterogêneo, sendo encontrados virtualmente em qualquer nicho ecológico. Devido à sua diversidade ecológica é difícil generalizar suas características tanto morfológicas quanto fisiológicas. Segundo levantamento realizado estima-se que existam cerca de 1,5 milhões de espécies fúngicas, sendo que destas foram descritas 74 mil apenas, segundo Lopes (2011). A maioria dos fungos são microscópicos e terrestres, habitam solo ou matéria morta e desempenham papéis cruciais na mineralização de carbono orgânico (MADIGAN et al., 2015).

Os fungos são organismos muito importantes, não somente devido ao seu papel vital no ecossistema mas, também, por causa da sua influência sobre os humanos e em atividades a eles relacionadas. Os fungos são seres eucarióticos heterotróficos, altamente eficientes na degradação de uma ampla gama de substratos. Os fungos ocorrem em diversas associações interespecíficas, algumas benéficas, como por exemplo, os líquens e as micorrizas, ou como patógenos de animais e plantas. Também podem ocorrer como espécies de vida livre. Sua nutrição é feita por absorção, graças à presença de exoenzimas, as quais são produzidas por eles e utilizadas para a degradação dos substratos.

Os fungos micorrízicos arbusculares pertencem ao filo *Glomeromycota* e realizam associação com a maioria das plantas vasculares (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Quando associados às raízes das plantas, aumentam a área de exploração das mesmas influenciando em sua capacidade de absorção de

água e nutrientes e, desse modo, promovendo maior resistência ao estresse biótico e abiótico.

2.2 Uso de fungos micorrízicos arbusculares em espécies arbóreas

A qualidade das mudas produzidas constitui fator principal para o sucesso de povoamentos florestais (ALVES; LIMA; MEDEIROS, 2012). Os benefícios da simbiose para as mudas dependem da combinação específica entre o isolado fúngico e a planta cultivada (ANZANELLO; SOUZA; CASAMALI, 2011). Assim, é amplamente aceito que a micorrização das mudas favorece o seu crescimento inicial no viveiro e, posteriormente, o seu estabelecimento no campo (LACERDA et al., 2011).

A inoculação micorrízica é, em geral, mais eficiente que o uso de substrato com alta fertilidade para promover o crescimento das plantas e reduzir o estresse após transplante e pode também atuar como controle biológico, além de facilitar a adaptação das plantas às condições de campo, principalmente as perenes, como as frutíferas (ZEMKE et al., 2003).

Em leguminosas arbóreas, a presença de micorrizas pode contribuir indiretamente para a fixação biológica de nitrogênio, expandir a área de exploração do fósforo (P), molibdênio (Mo), zinco (Zn) e outros nutrientes de baixa mobilidade no solo, que são absorvidos principalmente por contato com as raízes e permite o crescimento em solos extremamente pobres e deficientes em nitrogênio (CALDEIRA et al., 1999).

Na maioria das espécies leguminosas amazônicas as informações básicas sobre a morfologia e anatomia dos frutos, sementes e plântulas são escassas (MARQUES, 2010). Pouco se conhece das suas exigências nutricionais e relações ecológicas, como por exemplo, sua capacidade de formar simbioses

com esses fungos do filo *Glomeromycota* (LACERDA et al., 2011), como é o caso da *Parkia nitida*.

A *Parkia nitida* (Fabaceae Mimosoideae), popularmente conhecida como Faveira-branca, é uma árvore considerada de madeira neotropical de importância econômica e ecológica com destaque para a possibilidade de crescimento rápido em áreas degradadas (MORAES; FERRAZ; PROCÓPIO, 2015).

A *Parkia nitida* (Miquel) tem as seguintes sinónimas: *Parkia alliodora* Ducke; *Parkia arborea* (H. Karst.) J.F. Macbr.; *Parkia ingens* Ducke; *Parkia inundabilis* Ducke; *Parkia oppositifolia* Spruce ex Benth.; *Parkia paryphosphaera* Benth.; *Parkia sylvatica* Pulle; *Paryphosphaera arborea* H. Karst (CARRERO et al., 2014).

A espécie que ocorre no Brasil é frequente na Região Amazônica e Central do país, em florestas de terra firme e várzeas altas de solos argilosos (CARRERO et al., 2014).

É uma árvore de grande porte podendo atingir até 40 m de altura, amplamente distribuída do sul do Panamá para a região central da Amazônia. Sua madeira é vendida no Brasil sob o nome de fava-faveira-benguê, faveira-grande e faveira arara-tucupi (MORAES; FERRAZ; PROCÓPIO, 2015), sendo também conhecida como visgueiro, faveira-branca, arapari-branco, paricá, coré, japacanim e arara-tucupi (CARRERO et al., 2014). Devido ao grande interesse econômico e ecológico, a *Parkia nitida* é recomendada para programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

Os frutos provenientes da *Parkia nitida* são do tipo vagem alongada de coloração marrom e bordos verdes quando maduros e não se abrem naturalmente. Por permanecer muito tempo presos na árvore após a maturação, quando caem estão enegrecidos e ressecados (CARRERO et al., 2014).

As sementes apresentam peso médio de 0,7g. e exibem dormência física (impermeável à água), o que pode ser superada com a utilização de produtos químicos (ácido sulfúrico) ou escarificação mecânica. A emergência em campo necessita de cerca de 7 dias (MORAES; FERRAZ; PROCÓPIO, 2015).

As folhas são constituídas por folíolos numerosos e alongados, e caem todas na época da floração e frutificação. As flores, juntas, formam uma estrutura com formato de pêndulo suspenso de coloração esbranquiçada (CARRERO et al., 2014).

2.3 A importância do fósforo (P)

O fósforo (P) é um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato-açúcares intermediários da respiração e da fotossíntese, bem como os fosfolipídios que compõem a membrana celular e os ácidos nucleicos (SILVA, 2013).

Devido ao seu papel nos processos biológicos o P é um dos elementos mais dispersos na natureza (GOMES, 2011). Um desses processos é a absorção que é realizada pelas plantas. Estas absorvem P predominantemente na forma inorgânica, conhecida como ortofosfato, dissolvido na solução do solo (SIDDIQUI; AKHTAR; FUTAI, 2008).

As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento (JUNGES, 2012), das quais a planta não se recupera totalmente, mesmo com a regularização do suprimento de P a níveis adequados.

Com a evolução da deficiência deste elemento, as áreas amarelas tornam-se necróticas e, as pontas dos lóbulos e as margens das folhas enrolam-se para cima (LIMA, 2010) - observação realizada em mamoeiro. Sendo assim, o suprimento adequado de P é essencial desde os estádios iniciais de crescimento

da planta, garantindo o desenvolvimento e a qualidade das mudas, além de proporcionar maior produtividade.

O P é um elemento crítico para os sistemas de produção de alimentos, indústrias de manufatura e do crescimento econômico geral, gerando preocupação a longo prazo com insegurança do abastecimento para as economias regionais e nacionais (WITHERS et al., 2015). Portanto, estratégias que visam à maximização da adubação são recomendadas com o uso dos fungos micorrízicos arbusculares.

2.4 Os solos da Amazônia

Na região amazônica a precipitação é, de forma geral, elevada assim como as médias anuais de temperatura, em função da proximidade à Linha do Equador. Tais fatores são agentes que possibilitam um maior grau de intemperismo. Com o aumento do grau de intemperismo, há uma mudança gradual de características de um solo, passando de fonte de P para dreno, o que prejudica a disponibilidade para as plantas (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

De forma geral, os solos amazônicos são muito intemperizados e com baixos valores de potencial hidrogeniônico (pH). Boa parte do P adicionado aos solos é retida fortemente nos colóides de ferro e alumínio, deixando de ser disponível ao crescimento imediato da planta (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

As classes de solos de destaque no sul do Amazonas são classificadas como Latossolo, Argiloso, Neossolo e Plintossolos (LINHARES et al., 2014). Os solos são geralmente ácidos, e a correção da acidez é realizada através de calagem, mas as dificuldades logísticas e o custo, praticamente inviabilizam este manejo do solo na região.

No ambiente amazônico o P tem baixa disponibilidade, pois tanto a floresta e o solo são drenos. A floresta tropical possui 54,5 kg ha⁻¹ de P imobilizado em sua biomassa, com valores de ciclagem da ordem de 17 kg ha⁻¹ (CLEVELARIO JÚNIOR, 1996); este equilíbrio é também proveniente das interações e atividades biológicas e estas se mostram essenciais para a manutenção da situação clímax da vegetação (BARROS et al., 2007). Um dos fatores biológicos diretamente ligados a este sucesso são os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA).

Normalmente, as concentrações mais altas de P no solo inibem a colonização por fungos nas raízes e as concentrações mais baixas, por sua vez, favorecem a colonização (SMITH et al., 2011). Neste sentido, os maiores valores de colonização por fungos são encontrados nas raízes submetidas a solos de baixa concentração de P na solução nutritiva aplicada, em comparação com o tratamento com alto nível de P.

Para promover a micorrização de plantas durante a aclimatização, devem ser consideradas as características físicas e químicas do substrato utilizado que afetam a sobrevivência das plantas e a instalação de micorrizas arbusculares (ZEMKE et al., 2003).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o desenvolvimento inicial de mudas da espécie amazônica madeireira (*Parkia nitida*) com a inoculação de Fungos Micorrízicos Arbusculares em diferentes doses de fósforo (P).

3.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar o efeito de diferentes concentrações de fósforo no processo de micorrização em *Parkia nitida*.
- b) Avaliar o efeito da inoculação com Fungos Micorrízicos Arbusculares na produção de mudas de *Parkia nitida*.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no sul do Amazonas, no município de Lábrea, que possui uma área de 68.229,01 km² (OLIVEIRA, 2010). Por estar situada na Amazônia Legal, possui restrições produtivas, extrativistas e de logística. Como alternativa para a economia local, temos o manejo florestal que visa à exploração dos recursos madeireiros, propiciando a permanência dos recursos para colheitas futuras (FERREIRA, 2008).

A condução experimental ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Lábrea (7°15'02.9"S 64°47'05.5"W).

O substrato para as mudas foi obtido através da mistura de solo, areia e serragem semidecomposta na proporção de 5:3:2 (v/v) traço adaptado de (SANTOS et al., 2006), previamente peneirada com malha de 4mm para homogeneizar a mistura conforme se observa na Figura 1. A areia foi proveniente do Rio Purus e a serragem foi obtida de uma madeireira localizada no município de Lábrea – AM.

Figura 1 - Preparo do substrato.



Fonte: Do autor (2017).

O solo utilizado foi classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SOLOS, 2013) como Neossolo Flúvico do tipo 2 (textura média = 35% argila; 50% silte e 15% Areia) com os seguintes resultados analíticos: pH 4,2; K: 17,10 mg dm⁻³; P: 1,07 mg dm⁻³; Ca: 0,25 cmol dm⁻³; Mg: 0,09 cmol dm⁻³; Al: 3,20 cmol dm⁻³; H+Al: 18,73 cmol dm⁻³; SB: 0,38 cmolc dm⁻³; t: 3,58 cmolc dm⁻³; T: 19,11 cmolc dm⁻³; V: 2,01 %, m: 89,39 %; M.O.: 2,58 dag/kg; P-rem: 8,31 mg L; Zn: 0,10 mg dm⁻³; Fe: 227,22 mg dm⁻³; Mn: 0,91 mg dm⁻³; Cu: 0,23 mg dm⁻³; B: 0,12 mg dm⁻³; S: 2,24 mg dm⁻³ e o extrator foi Mehlich 1 (P – Na – K – Fe – Zn – Mn – Cu).

Foi realizada a correção considerando elevar a saturação para 50% utilizando calcário Dolomítico com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 92,54% segundo recomendações de Ribeiro et al. (1999). Após este procedimento o substrato foi homogeneizado. Na fertilização foi utilizado super fosfato simples (P₂O₅) granulado (0, 20, 40, 80 e 160 mg de P₂O₅.L⁻¹ de substrato) adaptado de Trajano et al. (2001).

Amostras de esporos de fungos micorrízicos arbusculares foram obtidas em solos coletados em um castanhal localizado às margens do ramal do km 28 da Rodovia Transamazônica (7°28'15.3"S 64°39'26.3"W) no município de Lábrea – AM. Os esporos de fungos micorrízicos arbusculares foram obtidos e extraídos pelo método do peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLSON, 1963). Os esporos foram acondicionados em solo esterilizado em vasos de cultivo de 3 kg, com a finalidade de multiplicação do mesmo por um período de 8 meses (DOUDS JÚNIOR et al., 2005).

As sementes de *Parkia nitida* foram adquiridas da empresa Viveiro Santa Luzia – Ltda. A quebra da dormência das sementes foi adaptada do trabalho de Brito et al. (2017). Foi realizada escarificação mecânica, utilizando rebolo rotativo abrasivo acoplado a uma furadeira de mão fixada em bancada, com uma inserção transversal na semente com uma pequena retirada de parte do

tegumento lateralmente em relação ao hilo até atingir o endosperma primário. Posteriormente, foram embebidas em água por 24 horas para a ativação de enzimas ligadas a germinação Dantas et al. (2008) e Shimizu et al. (2011) para, em seguida, serem semeadas.

A semeadura ocorreu em duas bandejas de 200 células e três bandejas de 128 células, preenchidas com areia de granulometria inferior a 4 mm e cobertas com sombrite negro de luminosidade de 50% a altura de 10 cm em relação à superfície da bandeja. A irrigação transcorreu ao longo de 10 dias em intervalos de 10 horas a cada dia e, após esse período, as plântulas foram imersas em água para facilitar a retirada das bandejas evitando danos às raízes. Estas foram selecionadas e submetidas à poda, deixando apenas cinco centímetros de comprimento de raízes.

A germinação da *Parkia nitida* é do tipo epígea e fanerocotiledonar (CRUZ; CARVALHO; LEÃO, 2001). O substrato utilizado para esta etapa se mostrou adequado, conforme foi observado para leguminosa arbórea no trabalho de Rocha et al. (2014); o sombreamento manteve adequada a umidade e a incidência solar. Foram obtidas 494 plântulas, o que representa 63% das sementes utilizadas, não houve diferença relevante entre os tipos de bandejas. A taxa de germinação para 10 dias foi próxima aos valores obtidos pela regressão presente no trabalho de Cruz, Carvalho e Leão (2001) que utiliza método semelhante de escarificação para quebra de dormência. As plântulas apresentam características fenotípicas desejáveis conforme se observa na Figura 2. Todavia, o tempo de germinação poderia ser expandido para um melhor aproveitamento das sementes. A propagação de mudas em viveiro supera as taxas de germinação diretas observadas por Camargo, Ferraz e Imakawa (2002) mesmo para as taxas consideradas altas.

Figura 2 - Plântula de *Parkia nitida* após 10 dias do semeio.



Fonte: Do autor (2017).

Foram preparados 300 sacos de plástico preto (SPP) para mudas na dimensão de 18x25 cm com capacidade para um litro de substrato que foi fertilizado conforme descrito anteriormente na metodologia. Foram fertilizados 60 SSP para cada dose de P_2O_5 , sendo que metade recebeu inóculo de Fungos Micorrízicos Arbusculares (identificados com tarjeta verde) e a outra metade manteve-se livre de inóculo (identificados com tarjeta transparente).

O transplântio foi feito para SPP em covas de seis centímetros de profundidade as raízes das plântulas foram podadas a 5 cm para padronização. Foi

realizada inoculação nas covas identificadas (tarjeta verde), aplicando 5 mL de solo inóculo (raízes colonizadas, pedaços de hifas, esporos e solo) contendo uma mistura de esporos (70 esporos por ml^{-1}) das espécies *Acaulospora longula*, *Acaulospora morrowiae*, *Dentiscutata heterogama* e *Paraglomus occultum* oriundos dos vasos de cultivo descritos acima.

Para acomodar os SPP e facilitar a coleta de dados, foram construídas 12 caixas de madeira de 0,5x0,5 m (dimensões internas) com capacidade de acomodar 25 SPP, sendo quatro caixas por bloco. Foram dispostas em sentido transversal ao caminhar do sol, com corredor de um metro entre os blocos.

O substrato utilizado para a produção das mudas mostrou ser permeável e ligeiramente duro. A permeabilidade se deve à introdução ao traço de areia e a dureza foi relativa ao tipo de argila do solo utilizado. Normalmente os substratos empregados na produção de mudas (cafeeiras e frutíferas) possuem 30% de esterco como incremento à matéria orgânica (M.O); neste trabalho foi adaptada da orientação presente no trabalho de Trindade, Saggin Junior e Silveira (2010) que é utilizar 20% de M.O, neste caso oriunda de serragem que não sofreu caracterização química e/ou física, o que impossibilita inferências quanto ao grau de degradação natural, e esta pode acidificar o substrato além de possuir taninos que podem afetar a simbiose. Porém, a produção de mudas de forma convencional utiliza largamente serragem e, na região amazônica, próximo às cidades é um coproduto com grande disponibilidade, o que não ocorre em relação aos esterco de origem animal. Outra fonte de M.O. possível seria a serapilheira, contudo é um material com menor homogeneidade e de difícil obtenção.

O efeito dos FMA em interação com a dose de P_2O_5 foi avaliado pela inoculação de metade das mudas, enquanto que a outra metade não foi inoculada. Para avaliar as diferentes concentrações de fósforo no processo de micorrização, o

trabalho foi realizado com base no experimento realizado por Lacerda et al. (2011), com 5 tratamentos em relação ao P descritos a seguir:

- a) tratamento Controle – sem adição de P_2O_5 ;
- b) tratamento adição de 20 mg L^{-1} teor de P_2O_5 ;
- c) tratamento adição de 40 mg L^{-1} teor de P_2O_5 ;
- d) tratamento adição de 80 mg L^{-1} teor de P_2O_5 ;
- e) tratamento adição de 160 mg L^{-1} teor de P_2O_5 .

O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, com esquema fatorial 2×5 , na presença e ausência de FMA com cinco variações na dose de fósforo. Cada parcela foi constituída por uma muda.

A Figura 3 corresponde à montagem do experimento e o desenho em que foram dispostas as mudas que também pode ser entendido como os canteiros de produção de mudas convencionais. A posição das mudas foi aleatorizada com utilização do programa estatístico Sisvar® de Ferreira et al. (2011). Cada célula na Figura 3 corresponde a uma muda e a descrição deve ser lida conforme a legenda.

Figura 3 - Desenho da montagem do experimento em blocos.

BLOCO I	II.2	II.1	I.5	II.3	I.4	II.3	II.5	II.4	I.1	II.3	I.2	I.1	II.4	I.2	II.2	I.1	II.1	I.3	II.4	II.5
	I.5	II.3	II.1	II.4	I.1	II.5	I.2	II.3	I.3	II.4	II.1	I.5	I.3	I.1	I.4	I.5	II.3	I.4	II.2	I.3
	I.1	II.5	I.4	I.2	II.2	I.2	I.1	II.2	II.5	I.5	II.5	I.4	I.4	I.5	II.1	I.2	II.2	II.5	I.1	I.4
	I.4	I.2	II.2	I.1	I.3	I.5	II.1	I.3	II.1	I.2	II.3	I.3	II.3	II.5	II.4	II.5	I.5	II.4	I.5	I.2
	I.3	II.4	II.5	I.3	II.1	II.4	I.4	I.5	II.2	I.4	II.4	II.2	II.1	II.2	II.3	I.3	I.2	I.1	II.3	II.1
BLOCO II	I.1	II.4	II.3	II.1	I.2	II.4	I.2	I.4	I.4	II.4	II.5	I.3	II.4	I.1	I.2	II.3	II.5	II.2	II.5	II.4
	II.3	II.1	I.2	II.5	II.2	II.1	II.2	I.5	I.3	I.1	II.1	II.2	II.2	I.2	I.1	II.5	I.3	II.4	I.1	II.3
	I.4	I.3	I.1	II.4	I.1	I.4	II.3	I.3	I.2	I.5	I.5	II.4	I.4	I.3	II.2	I.5	II.1	I.5	II.1	I.2
	I.5	II.5	I.4	II.2	II.3	II.5	II.5	II.1	II.2	II.1	I.4	II.3	I.5	II.5	II.1	I.3	I.4	I.2	II.2	I.3
	II.2	I.2	I.3	I.5	I.3	I.5	I.1	II.4	II.5	II.3	I.2	I.1	II.1	II.3	I.4	II.4	II.3	I.1	I.4	I.5
BLOCO III	II.3	II.2	II.4	I.5	II.4	II.3	II.4	I.2	II.1	I.4	I.3	I.5	II.5	I.1	II.4	I.2	II.3	I.1	II.2	II.4
	I.5	I.3	I.2	II.2	II.1	II.5	I.5	II.5	II.4	I.5	II.3	I.2	I.2	II.2	II.5	II.3	I.5	II.5	II.3	II.1
	I.1	I.2	II.1	I.1	I.3	II.2	II.2	I.1	I.1	II.5	II.2	II.4	I.4	II.1	II.2	I.3	I.2	II.1	I.3	I.1
	II.1	I.4	II.3	I.3	I.4	I.2	II.3	I.4	II.2	I.2	II.1	I.4	II.4	II.3	I.1	II.1	II.2	I.3	I.2	I.5
	II.4	II.5	II.5	I.4	I.5	I.1	I.3	II.1	I.3	II.3	I.1	II.5	I.3	I.5	I.4	I.5	I.4	II.4	I.4	II.5

Legenda: I = sem FMA; II = com FMA; 1 = sem adição de P_2O_5 ; 2 = adição de 20 mg L^{-1} de P_2O_5 ; 3 = adição de 40 mg L^{-1} de P_2O_5 ; 4 = adição de 80 mg L^{-1} de P_2O_5 e 5 = adição de 160 mg L^{-1} de P_2O_5 .

Fonte: Do autor (2017).

Os dados foram coletados avaliando a altura (h), área dos folíolos (ADF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) (CAVALCANTE et al., 2001).

Ao final do experimento foram utilizadas 60 mudas para determinar a biomassa da matéria seca, onde ocorreu a separação da parte aérea e do sistema radicular. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e, posteriormente, levadas para secar em estufa com circulação de ar aquecido a 70°C durante 48 h. Para a obtenção da MSPA e MSR, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas em dessecador para atingir temperatura ambiente

e então pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. A MST da muda foi obtida pela soma dos pesos de matéria seca da raiz e da parte aérea.

As seguintes variáveis foram observadas para analisar o desenvolvimento das mudas:

- a) comprimento da parte Aérea ou Altura (h): régua graduada, tomando-se como padrão a gema terminal - meristema apical;
- b) diâmetro do Colo (d): Medição acima de 1 cm do nó formado logo acima da superfície do solo do recipiente, com auxílio de um paquímetro digital;
- c) relações entre altura e diâmetro do colo (h/d): divisão entre a altura da muda e seu diâmetro do colo permitiu a obtenção de um índice de qualidade de mudas;
- d) relação massa seca aérea e massa seca raiz (MSPA/MSR): índice de qualidade de mudas;
- e) taxa de Sobrevivência (TDS): porcentagem de sobrevivência;
- f) índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960): determinado em função da altura da parte aérea (h), do diâmetro do colo (d), massa seca da parte aérea (MSP) e da massa seca das raízes (MSR), por meio da fórmula de Dickson:

$$\text{Índice de Qualidade de Dickson} = \frac{\frac{MST(g)}{Alt(cm)} + \frac{MSPA(g)}{DIAM(mm)}}{MSR(g)}$$

As coletas periódicas da altura, diâmetro do caule e área dos folíolos foram realizadas nas datas 13/01; 31/01; 18/02; 07/03; 18/03; 01/04; 14/04; 02/05; 16/05 e 21/05, em 2017. A forma de acomodação das plantas no experimento, que pode ser observada na Figura 4, facilitou as coletas.

Figura 4 - Mudas de *Parkia nitida* com 118 dias após transplântio.



Fonte: Do autor (2017).

Contudo, para as análises estatísticas foram utilizados os dados da última coleta, quando as mudas estavam com 153 dias após o transplântio.

Os dados foram utilizados no ajuste de curvas de regressão para as variáveis que se mostraram significativas. As observações da última coleta foram submetidas às análises de variância (fatorial 2x5) individual e conjunta, na qual os efeitos de sistemas foram avaliados pelo teste F, os efeitos de doses pelo teste *Tukey*. Concomitantemente, foi observado a significância do modelo e o valor do coeficiente de determinação (R^2).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na produção de mudas de *Parkia* comercialmente, não se realiza a esterilização do solo, o que facilita a colonização das raízes por FMA indígenas, o que pode interferir nos resultados da inoculação. Para esclarecer, é necessário realizar a taxa de colonização e identificar as espécies de fungos presentes nas mudas em novos estudos.

Na tabela 1 estão apresentados os resultados da análise dos quadrados médios (QM) da coleta realizada 153 dias após o transplântio.

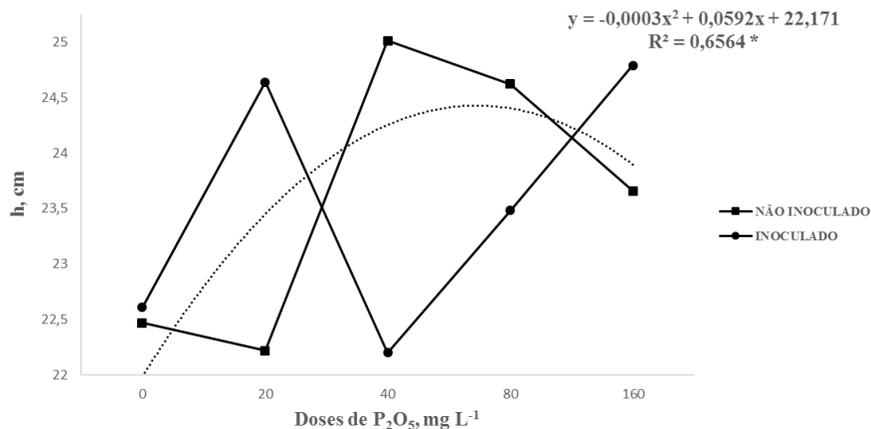
Tabela 1 - Quadrado médio (QM) das variáveis.

TRATAMENTOS	h	d	h/d	ADF	NDF	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR	IQD
DOSES P	2,61 ns	0,03 ns	0,08 ns	35994,81 *	1,83 ns	1,89*	0,01 ns	2,16*	0,42 ns	0,01 ns
FUNGO	0,02 ns	0 ns	0 ns	9182,6 ns	0,34 ns	0,56 ns	0,32 ns	0,86 ns	0,04 ns	0,02 ns
DOSES P*FUNGO	6,13 *	0,03 ns	0,18 *	17435,49 ns	0,22 ns	0,68 ns	0,06 ns	1,04 ns	0,10 ns	0,02 ns
BLOCO	1,33 ns	0,12 ns	0,07 ns	1644,23 ns	0,28 ns	0,55 ns	0,06 ns	0,89 ns	0,23 ns	0,01 ns
CV(%)	5,23	3	6,36	22,84	8,22	13,93	16,14	12,39	16,45	15,12

Legenda: * significativo ao nível de 5% de probabilidade para o teste de F. ns - não significativo. Variáveis observadas: altura (h), diâmetro (d), índice de qualidade altura por diâmetro (h/d), área de folíolos (ADF), número de folíolos (NDF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), índice de qualidade massa seca da parte aérea por massa seca da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

Fonte: Do autor (2017).

A interação entre as fontes de variação doses de P e fungo apresentou significância para a variável Altura (h). Pode se observar na Figura 5, que as doses de P tiveram efeito significativo na ausência de FMAs, a dose no ponto de máximo foi 98,67 mg L⁻¹ de P, e esta possibilitou maior incremento em h.

Figura 5 - Altura das mudas de *Parkia nitida*.

Legenda: Altura (h) de mudas de *Parkia nitida* em função de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, há 153 dias após o transplântio - * significância a 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Do autor (2017).

O comportamento da curva observada na Figura 5 se assemelha à apresentada no trabalho de Brito et al. (2017) no tratamento sem fungo que envolveu adubação fosfatada, pelo comportamento curvilíneo, elevação da dose de fósforo acima do ponto de máximo não proporciona incrementos significativos para as variáveis h, o que atende a lei do máximo, observada por Vasconcellos et al. (2001).

Aos 153 dias após o transplântio, a altura média das mudas (h) foi de 23,6 cm e o diâmetro do colo médio foi 6,5 mm, e que de acordo com manual de Oliveira et al. (2012) altura para espécies de ambientes florestais seja superior 50 cm. Observando este dado, é possível que a manutenção das mudas por um período maior na estufa agrícola permita incrementos positivos na qualidade da mesma.

Na tabela 2 são apresentadas as variáveis que não sofreram interação e as suas respectivas médias ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Variáveis sem interação.

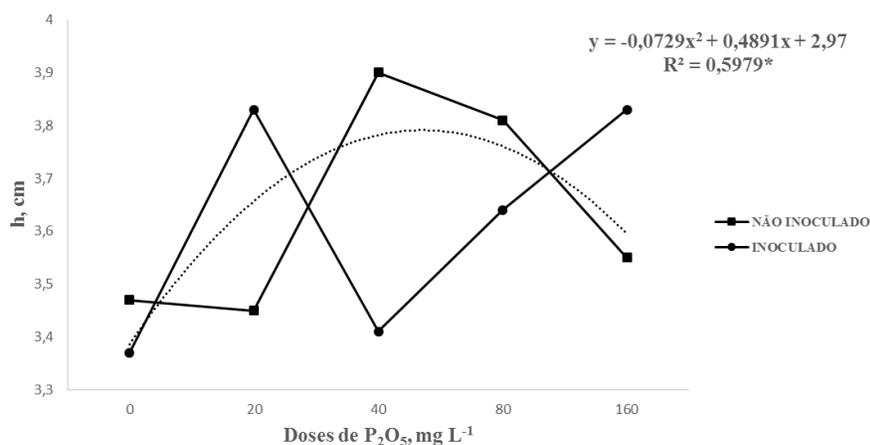
	DOSES de P₂O₅ mg L⁻¹				
	0	20	40	80	160
	d (mm)				
Não inoculado	6,47	6,45	6,42	6,46	6,67
Inoculado	6,70	6,42	6,52	6,45	6,50
	NDF				
Não inoculado	11	10	11	12	11
Inoculado	11	11	10	11	11
	MSR (g)				
Não inoculado	1,61	1,39	1,47	1,53	1,69
Inoculado	1,49	1,76	1,56	1,63	1,58
	MSPA/MSR				
Não inoculado	2,91	2,96	3,12	3,10	3,51
Inoculado	3,10	2,94	2,83	3,51	3,60
	IQD				
Não inoculado	0,98	0,85	0,86	0,90	1,07
Inoculado	0,95	1,02	0,94	1,02	0,98

Legenda: Médias do Diâmetro do caule (d), Número de folíolos (NDF), Massa seca da raiz (MSR), Relação massa seca aérea e massa seca da raiz (MSPA/MSR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD).

Fonte: Do autor (2017).

O índice de qualidade de mudas que relaciona altura por diâmetro (h/d) observado na Figura 6, apresentou média de 3,6 demonstrando que houve uma taxa maior para crescimento em altura em relação ao diâmetro. Para levar as mudas para plantio em campo é necessário um desenvolvimento equilibrado conforme observa Campos e Uchida (2002). Este índice apenas sofreu interação significativa das seguintes fontes de variação: doses de fósforo na ausência fungo.

Figura 6 - Índice de qualidade altura por diâmetro (h/d) de *Parkia nitida*.



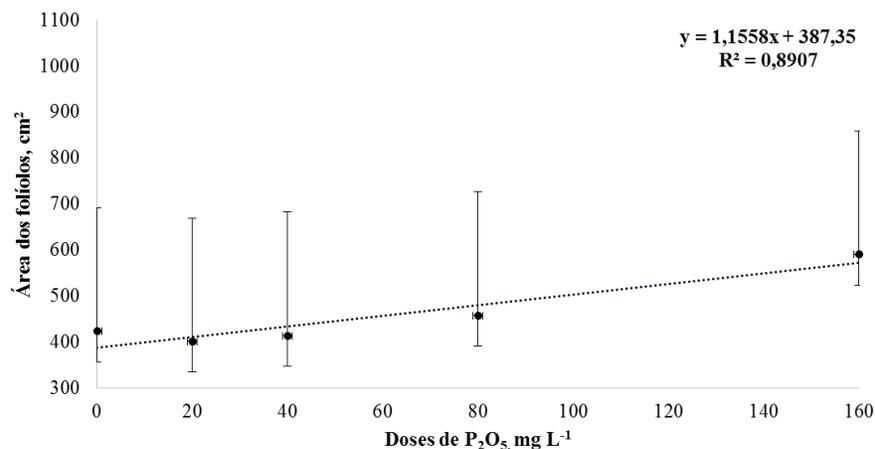
Legenda: Índice de qualidade altura por diâmetro (h/d) de mudas de *Parkia nitida* em função de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada, há 153 dias após o transplantio - * significância a 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Do autor (2017).

As variáveis h e h/d apresentaram significância para a interação dos fatores (dose de fósforo por fungo). Contudo, isto ocorreu apenas para os tratamentos na ausência de FMAs, evidenciando que são necessários novos estudos com outras espécies de fungos para determinar a capacidade ou não de micorrização da planta *Parkia nitida* e seus efeitos no desenvolvimento da espécie.

A Área de Folíolos (ADF) foi significativamente maior em maiores doses de P. Foi possível observar um aumento linear com um coeficiente de determinação de 89,07%, como pode ser verificado na Figura 7. Este comportamento de incremento na área de folíolos pela dose de fósforo também foi observado no trabalho de Rodrigues, Carvalho e Melo César (2003), pois o fósforo está ligado à capacidade fotossintética das plantas, por isto pode estar influenciando positivamente na ADF.

Figura 7 - Área de folíolos das mudas de *Parkia nitida*.



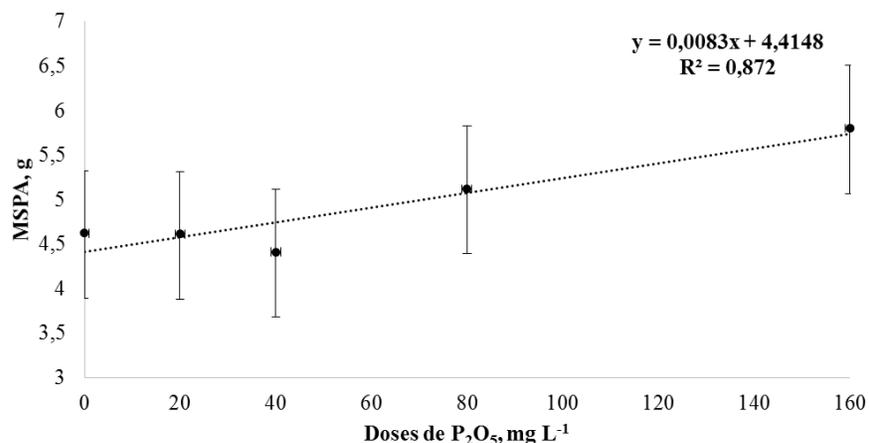
Legenda: Influência da adubação fosfatada na área total dos folíolos de mudas de *Parkia nitida* aos 153 dias após o transplantio. Para cada dose de P está representada a variância dos dados.

Fonte: Do autor (2017).

Outro índice verificado foi a MSPA/MSR que teve média de 3,16. No trabalho com Eucalipto de Gomes (2001) é estabelecido 2,0 como referência a este índice, entretanto, são necessários estudos direcionados a *Parkia nitida* para determinação do valor. É possível que as raízes não disponham de recursos (fotoassimilados) adequados para seu desenvolvimento.

O desenvolvimento dos folíolos em área por incremento na dose de P refletiram na MSPA (Figura 8). A ADF têm relação estreita com MSPA e MST, pois o ganho foi tanto em área quanto em massa. Para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST), Rodrigues, Carvalho e Melo César (2003), também observaram efeitos significativos para doses de fósforo.

Figura 8 - Massa seca da parte aérea das mudas de *Parkia nitida*.

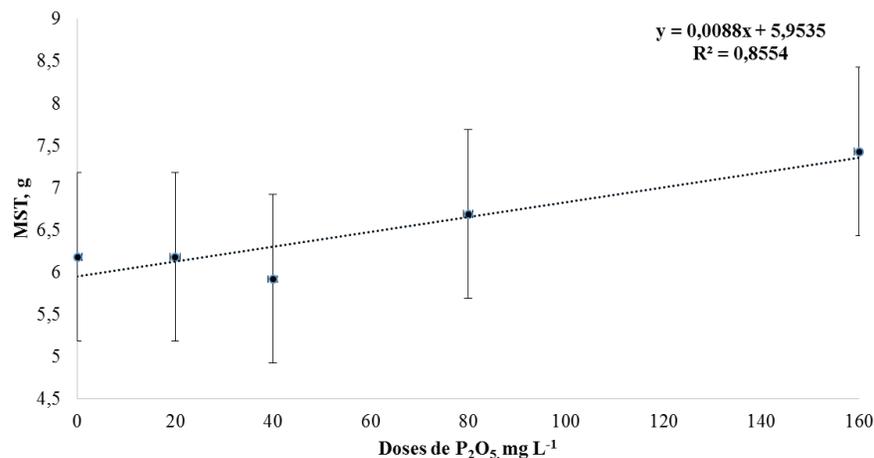


Legenda: Influência da adubação fosfatada na massa seca da parte aérea das mudas de *Parkia nitida* aos 153 dias após o transplântio. Para cada dose de P está representada a variância dos dados.

Fonte: Do autor (2017).

A Massa Seca Total (MST) apresentada na Figura 9, por ser uma composição de variáveis, foi influenciada pela massa seca da raiz (MSR). A MST teve um coeficiente de determinação menor que o da MSPA mostrando esta interferência e isto pode ser observado na Figura 8. Em média, a massa seca da raiz (MSR) foi de 1,57 g, correspondendo a menos da metade da MSPA. É verificado na literatura que a MSR está ligada diretamente à disponibilidade de P. Nas condições experimentais, a planta priorizou o desenvolvimento da parte aérea, e é possível que doses mais elevadas de fósforo melhorem os índices de qualidade como o IQD que apresentou média de 0,96.

Figura 9 - Massa seca total das mudas de *Parkia nitida*.



Legenda: Influência da adubação fosfatada na massa seca total das mudas de *Parkia nitida* aos 153 dias após o transplântio. Para cada dose de P está representada a variância dos dados.

Fonte: Do autor (2017).

O comportamento da *Parkia nitida* com relação às doses aplicadas de P é crescente e linear para as variáveis ADF, MSPA e MST o que evidencia a necessidade de aplicação de P para melhores resultados na produção de mudas.

A taxa de sobrevivência das mudas (TSM) foi de 100%, demonstrando que a poda de raiz no transplântio não interferiu na sobrevivência, o que foi observado no trabalho de Azevedo et al. (2010). A *P. nitida* apresenta características desejáveis para a propagação em viveiro, com destaque para sua resistência fisiológica.

As interações nos tratamentos que obtiveram significância foram as que não sofreram inoculação por solo inóculo. Campos, Andrade e Cassiolato (2010) observaram que nem todos os genótipos têm respostas positivas a FMA. As mudas utilizadas neste trabalho são oriundas de sementes e, portanto, podem possuir variados genótipos.

É possível que a variabilidade genética das sementes de *Parkia nitida* seja alta. Esta é uma característica desejável para espécies destinadas à recuperação e recomposição florística. Para áreas degradadas, quanto menor a interação genótipo x ambiente, maior a possibilidade de sucesso.

Para produção comercial de mudas de Faveira-branca é recomendável a adubação fosfatada para melhor desenvolvimento da planta. Contudo, novos estudos devem ser conduzidos para determinação da dose de P e da real necessidade de inoculação com FMAs.

6 CONCLUSÃO

A espécie *Parkia nitida* (Miquel) apresentou pequeno efeito da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento inicial no viveiro.

As mudas de *Parkia nitida* apresentaram crescimento linear, na biomassa e na área dos folíolos, com doses crescentes de fósforo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. S.; LIMA, V. L. A.; MEDEIROS, S. S. Desenvolvimento inicial de mudas de *Parkia platycephala* Benth . em diferentes tamanhos de recipientes. Initial development of seedlings of *Parkia platycephala* Benth . containers of different sizes. **Revista Verde**, Cataguases, v. 7, n. 1981/8203, p. 206–211, 2012.
- ANZANELLO, R.; SOUZA, P. V. D.; CASAMALI, B. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em porta-enxertos micropropagados de videira. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 409–415, 2011.
- AZEVEDO, I. M. G. et al. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **ARS**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 157–164, 2010.
- BARROS, N. F et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, 2007. p. 1017.
- BRITO, V. N. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de Pariká. **Ciência Florestal**, Ciência Florestal, v. 27, n. 1980–5098, p. 485–497, 2017.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Comportamento de mudas de leguminosas arbóreas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 135–142, 1999.
- CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; IMAKAWA, A. M. Rehabilitation of degraded areas of Central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**, Malden, v. 10, n. 4, p. 636–644, 2002.
- CAMPOS, D. T. S.; ANDRADE, J. A. C.; CASSIOLATO, A. M. R. Crescimento e micorrização de genótipos de milho em casa de vegetação. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 555–562, 2010.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281–288, 2002.
- CARRERO, G. C. et al. **Árvores do Sul do Amazonas**: guia de espécies de interesse econômico e ecológico. Manaus: IDESAM, 2014. 57 p.

CAVALCANTE, U. M. T. et al. Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e submetidas a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 379–390, 2001.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U.; LEÃO, N. V. M. Métodos para superação da dormência e biometria de frutos e sementes de *Parkia nitida* Miquel. (Leguminosae - Mimosoideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 31, n. 2, p. 167–177, 2001.

DANTAS, B. F. et al. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 221–227, 2008.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, n. 1, p. 10–13, 1960.

DOUDS JÚNIOR, D. D. et al. On-farm production and utilization of arbuscular mycorrhizal fungus inoculum. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 85, n. 1, p. 15–21, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2013. 353 p.

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

FERREIRA, M. S. G. **Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) em florestas secundárias**: possibilidades para o desenvolvimento sustentável no Nordeste Paraense. Brasília: Universidade de Brasília, 2008.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v. 46, n. 2, p. 235–244, 1963.

GOMES, I. M. C. **Fósforo, fosfatos e metais em diferentes fontes alimentares da dieta de pacientes renais crônicos em hemodiálise**. Vila Real: Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro Vila Real, 2011.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** Viçosa, MG: UFV, 2001.

JUNGES, A. N. **Uso de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de cebola (Allium cepa L.).** 2012. 54 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, 2012.

LACERDA, K. A. P. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada no crescimento inicial de seis espécies arbóreas do cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 17, p. 377–386, 2011.

LIMA, K. B. **Fungos micorrízicos arbusculares, bactérias diazotróficas e adubação fosfatada em mudas de mamoeiro.** 2010. 95 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goitacazes, 2010.

LINHARES, J. M. S. et al. Levantamento de solo em diferentes ambientes geomorfológicos e sistemas de uso da terra na microbacia hidrográfica do Rio Pacia - Sul do Amazonas. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 15, n. 52, p. 21–40, 2014.

LOPES, F. C. **Produção e análise de metabólitos secundários de fungos filamentosos.** 130 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MADIGAN, M. T. et al. **Brock biology of microorganisms.** Upper Saddle River: Prentice Hall International, 2015.

MARQUES, B. **Morfo-anatomia, dormência, germinação e emergência de plântulas de Tenta (Ormosia paraensis Ducke – Fabaceae).** 2010. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

MORAES, G. J. V. P.; FERRAZ, I. D. K.; PROCÓPIO, L. C. Imaturidade fisiológica e condicionamento hídrico de sementes de *Parkia nitida* Miq com dormência física. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 103/9954, p. 1053–1059, 2015.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Fixação biológica de nitrogênio atmosférico. In: _____. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras: UFLA, 2006. p. 449–542.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 471–550.

OLIVEIRA, E. L. **Avaliação da cadeia produtiva da borracha natural em seringais nativos no município de Lábrea, estado do Amazonas**. 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.

OLIVEIRA, M. C. et al. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999.

ROCHA, C. R. M. et al. Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Cuiabá, v. 2, n. 1, p. 42–47, 2014.

RODRIGUES, A. F.; CARVALHO, J. G.; MELO CÉSAR, P. Efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.). **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 2, 2003.

SANTOS, H. S. et al. Patogenicidade de *Meloidogyne javanica* em alface em função do tamanho de células de bandeja e idade de transplante das mudas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 253–259, 2006.

SHIMIZU, E. S. C. et al. Aspectos fisiológicos da germinação e da qualidade de plântulas de *Schizolobium amazonicum* em resposta à escarificação das sementes em lixa e água quente. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 791–800, 2011.

SIDDIQUI, Z. A.; AKHTAR, M. S.; FUTAI, K. **Mycorrhizae: sustainable agriculture and forestry**. Dordrecht: Springer, 2008.

SILVA, C. F. O. **Influência da micorrização e do fósforo sobre a expressão diferencial de genes de defesa e raízes de tomateiro (*Solanum esculentum*)**. 2013. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SMITH, S. E. et al. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 156, n. 3, p. 1050–1057, 2011.

TRINDADE, A. V.; SAGGIN JUNIOR, O. J.; SILVEIRA, A. P. D. Micorrizas arbusculares na produção de mudas de plantas frutíferas e café. In: SIQUEIRA, J. O. et al. **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. p. 415-439.

VASCONCELLOS, C. A. et al. **Nutrição e adubação do milho visando obtenção do minimilho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.

WITHERS, P. J. A. et al. Greening the global phosphorus cycle: how green chemistry can help achieve planetary P sustainability. **Green Chemistry**, Cambridge, v. 17, n. 4, p. 2087–2099, 2015.

ZEMKE, J. M. et al. Avaliação de substratos para inoculação micorrízica e aclimatização de dois porta-enxertos de videira micropropagados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1309–1315, 2003.