

IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE



PIVIC/CNPq/UFCA-2013

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRIZICOS EM MUDAS ARBÓREAS DA CAATINGA DE DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA

Amanda Gomes Feitosa¹, Diércules Rodrigues dos Santos²

RESUMO

Micorrizas são associações simbióticas, de ocorrência generalizada, formadas por plantas e fungos da ordem Glomales que beneficia a nutrição das plantas. Entre estes fungos micorrizicos arbusculares (FMA) são os mais disseminada nos trópicos. Com o objetivo de avaliar a influência de FMA sob diferentes doses de P no crescimento de espécies três estádios ecológicos da Caatinga e acompanhar o desenvolvimento do fungo. O estudo foi conduzido em casa de vegetação na Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal da Paraíba, Campus de Patos, PB. Os tratamentos foram: aplicação de quatro doses de P (0, 60, 120 e 480 mg kg⁻¹) em plantas de Jurema branca (*Piptadenia stipulacea*); craibeira (*Tabebuia aurea*) e angico (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) com e sem inoculação de FMA. Os parâmetros avaliados foram altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz e colonização radicular. A aplicação de doses moderadas de P e inoculação com FMA incrementou significativamente o desenvolvimento das plantas e beneficiou a colonização radicular.

Palavras chave: Leguminosas arbóreas, fósforo, FMA.

MYCORRHIZAL FUNGI INFLUENCE IN THE TREE SEEDLINGS CAATINGA DIFFERENT STAGES OF ECOLOGICAL SUCCESSION

ABSTRACT

Mycorrhizae are symbiotic associations of widespread occurrence formed by plants and fungi the order Glomales which benefits plant nutrition. Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) was the most widespread in the tropics under soil fungi. The aim of this study was to evaluate the influence of AMF under different phosphorus (P) levels on the growth of three species of the Caatinga ecological stages and monitor the development of the fungi. The study was conducted in a greenhouse at the Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, Paraíba State Brasil. The treatments were: four P levels (0, 60, 120 and 480 mg kg⁻¹) in plants of the *Piptadenia stipulacea*; *Tabebuia aurea* and *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan., with and without AMF inoculation. Were evaluated the height, diameter, shoot and root dry matter (SDM) and root colonization. The application of moderate P levels and inoculation with AMF significantly increased plants growth and increase root colonization.

Key words: Leguminous trees, phosphorus, AMF

¹ Aluna do Curso de Engenharia Florestal, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFCA, Patos, PB, E-mail: feitosaag@gmail.com

² Engenharia Florestal, Professor. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFCA, Patos, PB, E-mail: santosl@cstr.ufcg.edu.br *Autor para correspondências.

INTRODUÇÃO

As micorrizas arbusculares encontram-se amplamente distribuídas na maioria dos ecossistemas, desde os florestais aos desérticos, em regiões tropicais, temperadas e árticas e representam a mais ampla associação mutualística das micorrizas contribuiu para evolução e sobrevivência das plantas terrestres e dos fungos e existem desde há 400 milhões de anos (SMITH & READ, 1997).

As regiões tropicais, que normalmente apresentam solos com níveis baixos de fósforo (P), que podem limitar a produção e influenciam fortemente as associações micorrízicas.

Segundo FURTINI NETO, et al., (2000), o atendimento dos níveis de suficiência de P no solo para espécies de rápido crescimento, como as pioneiras e secundárias iniciais, implica na aplicação de maiores quantidades de fertilizantes fosfatados solúveis na cova de plantio. Propiciando um crescimento inicial vigoroso, com a rápida cobertura da área, favorecendo ao estabelecimento de espécies de grupos sucessionais subsequentes. E, para espécie de crescimento lento, como as secundárias tardias e clímax o fornecimento de uma menor dose de P solúvel, é necessário.

GONÇALVES et al., (1992), verificaram que espécies pioneiras que possuem sistema radicular mais desenvolvido e maior densidade em raízes finas, apresentam maiores taxas de crescimento, absorção de nutrientes que a clímax, nas quais eram dotadas de sistema radicular pouco desenvolvido e menor densidades de raízes finas. Em níveis de campo, as espécies clímax estudadas por LIMA et al., (1997) não apresentaram resposta à fertilização fosfatada aos oito meses após o plantio, mas sim ao dezesseis meses.

A Caatinga é o principal bioma existente na região Nordeste, bem condicionado as condições do clima semiárido, apresentando-se como um importante centro de biodiversidade para região (RODAL & NASCIMENTO, 2002).

No entanto, grande parte da Caatinga é constituída por formações de vegetação secundária em decorrência do intenso ritmo de devastação das áreas primárias. Segundo Araújo Filho (1996), 80% da vegetação de Caatinga encontra-se completamente alterada, apresentando em estágios iniciais ou intermediários de sucessão ecológica, dos quais 40% não conseguem desenvolver-se além do estágio de pioneirismo.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a influência de FMA sob diferentes doses de P no crescimento de espécies três estádios ecológicos da Caatinga e acompanhar o desenvolvimento do fungo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No território paraibano a Caatinga abrange cerca de 80% e distribui-se de forma diferenciada em relação à fisionomia (BARBOSA et al., 2003).

Importante ressaltar, que a cobertura vegetal remanescente apresenta-se com pouco mais de 30% da vegetação original (MARTINS et al., 2004). Na microrregião do Cariri paraibano a caatinga apresenta-se em várias paisagens em decorrência das variadas características edafoclimáticas da região.

Apresentando pouca ou nenhuma especificidade hospedeira, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) constituem a regra na natureza e desempenham importante papel no equilíbrio dessas comunidades, especialmente ecossistemas tropicais, atuando na definição de nichos ecológicos ocupados pelas plantas e na determinação da composição das comunidades vegetais (JANOS, 1983).

Formadas por fungos da ordem Glomales (*Zigomicetina*), seus benefícios para a planta hospedeira dependem das condições de crescimento e da dependência micotrófica da planta (SIQUEIRA, 1990), que são controlados por fatores diversos tais como características do sistema radicular e exigências nutricionais (SIQUEIRA, 1994).

No Brasil, estudos desenvolvidos em espécies arbustivas nativas do Sudeste mostraram, que, de 101 espécies estudadas 97% apresentou colonização por fungos MAs nas raízes, sendo, portanto rara a situação não micorrízica (CARNEIRO et al., 1998). As estimativas sobre os efeitos benéficos das associações micorrizas no crescimento das plantas são amplamente documentados e variam entre 50 a 8.000% (SIQUEIRA & FRANCO, 1988), existindo espécies que nem mesmo crescem quando não são micorrizadas. Segundo estes autores, a ampla variação desses efeitos é função das características da planta e do fungo moduladas pelos fatores ambientais (clima e solo). Sendo a capacidade do fungo de estimular o crescimento da planta determinada pelas características dos componentes da simbiose, principalmente do microbionte, que pode apresentar diferentes graus de eficiência, sendo até mesmo ineficaz ou parasítico temporário das plantas hospedeiras.

Diversos estudos concluíram que em plantas micorrizadas o estímulo da captação de nutrientes e a posterior translocação destes à parte aérea causam, relativamente, menor transferência de fotossintatos à raiz e maior retenção na parte aérea, sendo utilizada para produção de biomassa, em detrimento das raízes (Silveira, 1992)

Por outro lado, a disponibilidade de fósforo no solo é determinante no crescimento da planta, que indica o grau de benefício da associação varia quanto à dependência micorrízica (DM) que indica o potencial de benefício da micorrização. No caso de espécies arbóreas nativas tem se verificado que aquelas com sementes grandes e raízes finas, e que crescem em baixos teores de nutrientes, são geralmente pouco responsivas à micorrização ou respondem em condições de baixa disponibilidade de nutrientes (SIQUEIRA et al., 1998).

A demanda de P está associada a diversos fatores como: tamanho e conteúdo de P nas sementes, grau de desenvolvimento, desenvolvimento do sistema radicular, dependência micorrízica, taxa de crescimento e estágio de desenvolvimento da planta (FURTINE NETO et al., 2000). As respostas de espécies arbóreas usadas para reflorestamento ambiental têm sido mais efetivas com doses moderadas de P (FARIA et al., 1996). Em alguns casos, verificou-se efeito depressivo de altas doses de P sobre o crescimento de algumas espécies (ROCHA, 1995; FARIA et al., 1996), indicando baixa demanda externa do nutriente no estágio inicial.

Embora bastante estudados em algumas partes do mundo, e, da existência de alguns estudos sobre a influência de fatores edáficos no desenvolvimento de espécies florestais do Cerrado e respostas à fertilização fosfatada.

Estudos dessa natureza são raros para espécies arbóreas estabelecidas no trópico semiárido e se fazem premente, quando se observa o crescente avanço das populações, já numerosa, em busca de recursos da flora do bioma Caatinga para o seu sustento, cuja aparência árida denuncia uma falsa solidez e esconde o impacto da interferência homem sobre o meio ambiente da região, que ora caminha para a desertificação de a situação for revertida. Portanto, é oportuno estudar estas associações com espécies da Caatinga, e buscar potencializar essa alternativa para o manejo e conservação destas, com vista a um desenvolvimento sustentável da região.

Em todos os casos, o sucesso da inoculação micorrízica dependeu das relações fungo-planta-solo, que devem ser previamente estudadas, pois as espécies de FMA atuam diferentemente, de acordo com as plantas hospedeiras e condições edafoclimáticas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização do ensaio

O experimento está sendo conduzido no viveiro florestal no Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos-PB, com a seguinte localização geográfica: latitude 7° 13'08"S, longitude 35° 54'05" N e altitude 250 metros.

Caracterização e preparo do substrato

Estão sendo utilizadas no estudo amostras de um solo Neossolo Litólico, coletadas de a profundidade de 0-20 cm, com baixo P. As amostras foram retiradas em cinco pontos na Fazenda Experimental da UFCG (NUPEARIDO), misturados e posteriormente enviadas ao Laboratório de Solo e Água da UAEF da UFCG, Campus de Patos, para caracterização (Tabela 1). As amostras foram peneiradas em malha 4 mm, posteriormente foram desinfestado pelo processo de solarização, segundo metodologia descrito por Ghini (1997), durante 30 dias. As amostras foram acondicionadas em sacos de polipropileno com capacidade para 1000 cm³, sendo posteriormente aplicados os tratamentos.

Tabela 1: Características químicas das amostras Neossolo Litólico utilizado no experimento.

Amostra	pH	CE	P	Ca	Mg	K	Na	H+Al	CTC	SB	V
	CaCl ₂ 0,01M	dS/m	μ g/cm ³				cmol _c dm ⁻³				%
0 - 20cm	5,05	0,025	6,7	2	1,6	0,27	0,51	2,1	6,8	4,3	66,4

Tratamentos

Os tratamentos consistiram na aplicação de fósforo (P) quatro doses 0, 60, 120 e 480 mg dm⁻³ de substrato, utilizando-se como fonte o superfosfato simples (0; 0,244; 0,488 e 1,952 g, respectivamente). E da inoculação do substrato com propágulos de Fungos Micorrízicos arbustulares (FMA) multiplicados e mantidos em vasos de cultivo com *Sorgo bicolor L.*, no Viveiro Florestal do Campus de Patos. Utilizaram-se 5 cm³ de inoculo, contendo uma mistura de esporos e fragmentos de micélio obtidos em vasos de cultivo de FMA. A mistura esporos contidos no propágulo apresentou 146 esporos de *Glomus*, 7 *Entrophospora* e 2 *Acaulospora* por cm³ de solo inoculo, e mais um tratamento sem inoculação de FMA.

Condução e colheita do experimento

Foram utilizadas espécies vegetais de três estágios sucessionais ambientais: pioneira, secundária inicial e secundária tardia, Jurema branca (*Piptadenia stipulacea*); craibeira (*Tabebuia aurea*) e angico (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan), respectivamente.

Foram semeadas quatro sementes por saco. As sementes foram fornecidas pelo Laboratório de Sementes da unidade Acadêmica de Engenharia Florestal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande.

O experimento foi conduzido por 90 dias a contar da germinação. E a umidade do substrato foi mantida através de irrigação diária conforme a necessidade da planta.

Transcorrido este período as plantas foram então medidas, obtendo-se a altura e o diâmetro do colo. A parte aérea e as raízes foram colhidas e submetidas à secagem a 65-70 °C por 48 horas. Após secagem o material foi pesado obtendo-se assim, a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR). Com base na produção de matéria seca total, determinou-se a dependência micorrízica de acordo com a expressão: matéria seca de plantas inoculadas menos matéria seca de plantas não inoculadas, dividido por matéria seca de plantas inoculadas e multiplicado por 100, segundo de Plechette et al.(1983).

Para a avaliação da colonização utilizou-se o método de clareamento e coloração de raízes pigmentadas, segundo Phillips & Hayman (1970). Para isto, as raízes foram coletadas, lavadas em água e submetidas à solução aquosa de KOH 10% por 24h para retirada dos componentes celulares. Após a diafanização, o material foi submetido a solução HCl 0.02 mol/L por 10min em seguida colorido em solução de Azul de Tripiano 0,05% em lactoglicerol (ácido láctico, glicerina e água, 1:1:1).

As raízes foram então observadas sob microscópio ótico (100x), e a taxa de colonização estimada de acordo com Giovannetti e Mosse (1980).

Análise estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores quatro doses e os tratamentos com e sem inoculação de fungos micorrizicos arbusculares (FMA), com três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento vegetal

A altura e o diâmetro da *Piptadenia stipulacea* apresentou crescimento influenciado negativamente quando inoculada com FMA (Figuras 1A e B) em crescentes doses de P, ajustando a equação de modelo linear e quadrático, respectivamente de coeficiente angular negativo.

Para *Tabebuia aurea*, houve interação significativa entre as diferentes doses de P e inoculação com FMA para altura e o diâmetro das mudas apenas indicando superioridade quando inoculadas com FMA em relação à sem o fungo. Esta superioridade atingiram a máxima expressão em doses moderas e foram inibidos por altas doses de P, que podem ser estimadas pela equação de modelo quadrático para ambos parâmetros (Figuras 2A e B).

O crescimento das mudas de *Parapiptadenia rigida* tiveram a altura inibidas pela presença de FMA e o diâmetro incrementado em doses moderadas, com uma ligeira superioridade em relação a mudas sem FMA (Figura 3A e B). Este fato pode indicar uma baixa demanda externa de P para estes parâmetros em espécies pioneiras em seu estado inicial de crescimento.

Resultados similares ao do presente estudo foram obtidos, em mudas de Acácia usada em reflorestamento ambiental no Cerrado, onde utilizaram-se doses moderadas de P (FARIA et al., 1996). O mesmo estudo verificou-se efeito depressivo de altas doses de P sobre o crescimento de da espécie. Fato este, atribuído à baixa demanda externa do nutriente no estágio inicial da planta.

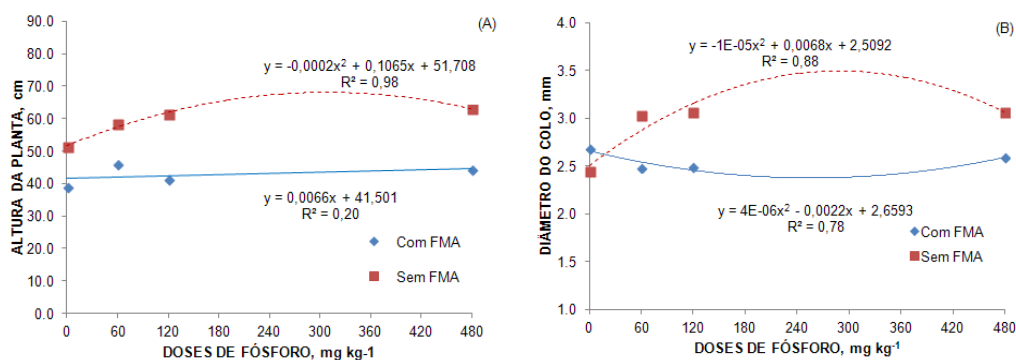


Figura 1: Altura (A) e diâmetro (B) do colo de *Piptadenia stipulacea* com e sem FMA em função das doses de fósforo.

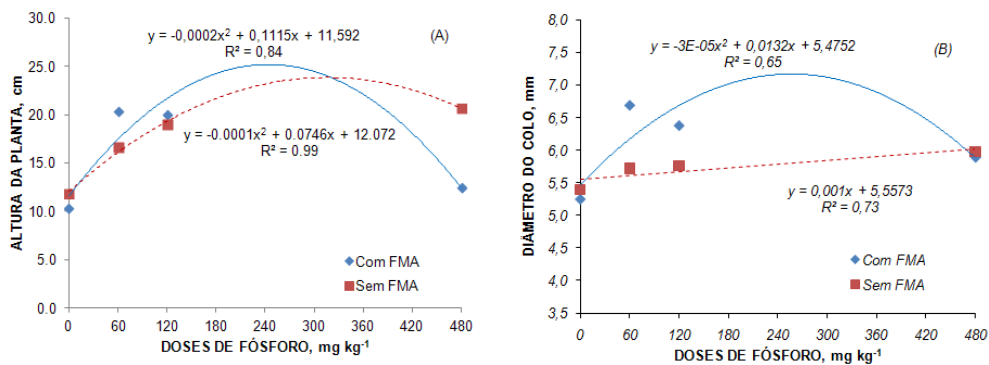


Figura 2: Altura (A) e diâmetro (B) do colo de *Tabebuia aurea* (*Silva Manso*) Benth. & Hook. F. Ex. S. Moore com e sem FMA em função das doses de fósforo.

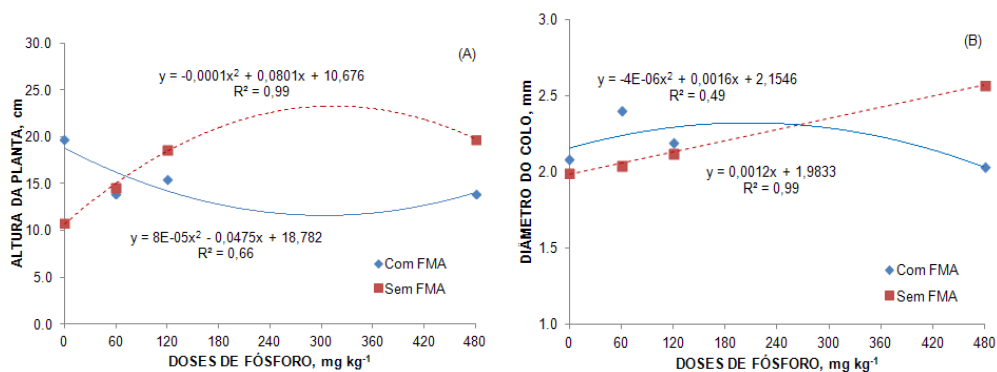


Figura 3: Altura (A) e diâmetro (B) do colo de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan com e sem FMA em função das doses de fósforo.

Produção de matéria seca

A produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) não apresentou interação significativa para as diferentes doses de P e inoculação. Sendo a maior produção de MSPA apresentada pelas plantas inoculadas, que apresentaram um comportamento quadrático indicando a existência de uma dose máxima (Figura 4).

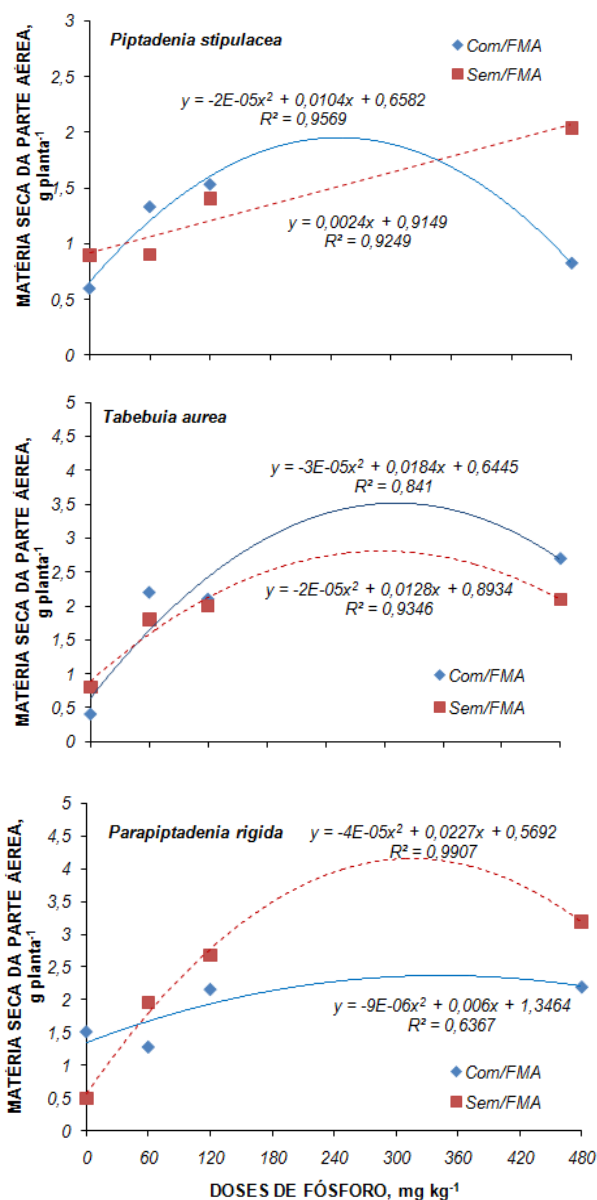


Figura 4: Produção de matéria seca na parte aérea de *Piptadenia stipulacea*; *Tabebuia aurea* e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. com e sem FMA em função das doses de fósforo.

Aos resultados concordam com Silveira (1992), que concluíram que plantas micorrizadas estimula a captação de nutrientes e a posterior translocação destes à parte aérea e causam, relativamente, menor transferência de fotossintatos à raiz e maior retenção na parte aérea, sendo utilizada para produção de biomassa, em detrimento das raízes.

Dependência e eficiência micorrízica

A dependência micorrízica (DM) com base na matéria seca total *Piptadenia stipulacea* (Jurema branca); *Tabebuia aurea* (*Craibeira*) e *Parapiptadenia rigida* (*Benth.*) Brenan (*Angico*) e as doses de fósforo, ajustaram a regressão linear, quadrática e linear, respectivamente. Destacando-se a *T. áurea* como a espécie mais dependente. Analisando-se a eficiência micorrízica para as três espécies, verifica-se valores ascendentes para a *T. áurea* e *P. stipulacea*, diferentemente, sendo superior a de mudas de *P. rígida*, mesmo em altas doses de P (Figura 5).

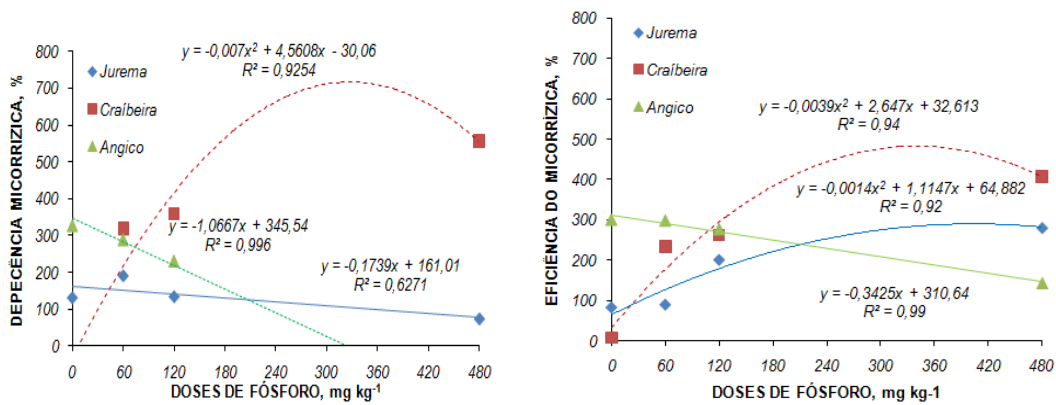


Figura 5: Dependência e eficiência micorrízica de *Piptadenia stipulacea* (Jurema branca); *Tabebuia aurea* (Craibeira) e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Angico) com e sem FMA em função das doses de fósforo.

Colonização

As altas doses de P influenciaram depressivamente a taxa de colonização micorrízica das mudas de *T. áurea* e *P. stipulacea*, cujo comportamento ajustou-se a equação quadrática, onde a colonização aumentou até determinada dose de P, iniciando um posterior declínio. Indicando uma provável dose de P para máximo benéfico da colonização, a partir da qual há prejuízo para o FMA (Figura 6).

Respostas similares às observadas no presente estudo foram também, observadas em outros estudos, indicando que a colonização radicular pode ser afetada, dentre vários fatores: pela acidez e a baixa disponibilidade de nutrientes, que frequentemente favorecem a colonização radicular, onde o fungo, ao mesmo tempo em que beneficia o crescimento das plantas, aumenta a atividade metabólica nas raízes até determinados níveis de P no solo. Porém em situações de alta disponibilidade de P, as plantas tendem a diminuir a colonização (Cardoso, 1984; Cardoso et al., 1986; SIQUEIRA et al., 1998).

Outro resultado interessante, é que as mudas de *T. áurea* apresentaram colonização superior em doses altas de P em relação às mudas *P. stipulacea*, o que indicando maior necessidade da espécie nesta fase de desenvolvimento pelo este nutriente, e consequentemente da presença de FMA.

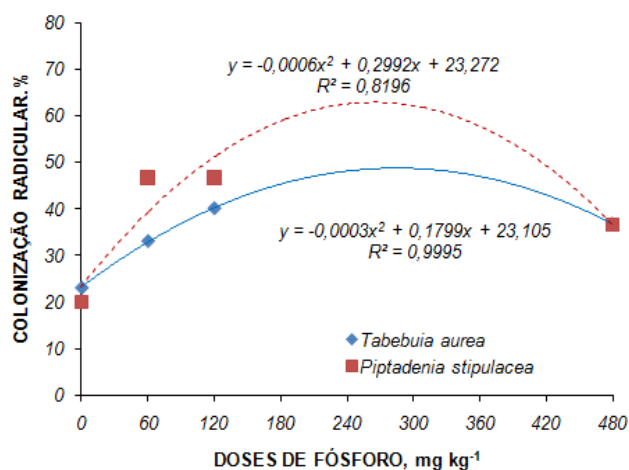


Figura 6: Colonização radicular por FMA de *Tabebuia aurea* e *Piptadenia stipulacea* em função das doses de fósforo.

CONCLUSÃO

A aplicação de doses moderadas de P e inoculação com FMA incrementou significativamente o desenvolvimento mudas plantas de *Piptadenia stipulacea*; *Tabebuia aurea* e beneficiou a colonização radicular.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto;
Ao professor Diércules Rodrigues dos Santos pela orientação;
Aos colegas do curso, que ajudaram na execução do projeto;
Aos colegas do Laboratório de Solos e do Laboratório de Microbiologia da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, por todo apoio e contribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO FILHO, J.A. Desenvolvimento sustentável da caatinga. Sobral, Ministério da Agricultura/EMBRAPA/CNPC. 1996. 20p.

BARBOSA, M.R.V. et al. Biodiversidade da Caatinga paraibana. In: JARDIN, M. A. G.; BASTOS, M. N. do C.; SANTOS, J. I. M. dos.(Editores). Desafios da Botânica do Novo Milênio: Inventário, Sistematização e Conservação da Diversidade Vegetal/: Belém: MPEG, UFRA; EMBRAPA, Brasil/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003. 296p.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; DAVIDE, A.C.; GOMES, L.J.; CURI, N.; VALE, F.R. Fungo micorrizico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. *Sci. Forest.* 50:21-36, 1996.

FARIA, M.P.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R. do; CURI, N. Crescimento inicial da Acácia em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrizico e rizóbio. *Ver. Bras. de Ci. Solo: Campinas*, 20:209-216, 1996.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J.O; CURI, N; MOREIRA, F. M.S. Fertilização e reflorestamento com espécies nativas. In: *Nutrição e Fertilização Florestal*. Eds. Gonçalves, J.L. de M; Benedetti. V. Piracicaba: IPEF, 2000, 427 p.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation Discrição da metodologia of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *The New Phytology: London*, 84:484-500, 1980.

GONÇALVES, J.M.M.; FREISÊDAS, V. M.; KAGEUAMA, P. Y.; GONÇALVES, J. L. C.; DIAS, J. H. Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. *R. Inst. Florest.* 4: 363-367, 1992.

JANOS, D.P. Vesicular-arbuscular affect lowland tropical rain forest plant growth. *Ecology*, 61:151-162, 1980.

LIMA, H.N.; VALE, F.R.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N. Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta a adubação mineral com NPK. *Inst. Univ. da Amazônia, Serie Agrárias*, 21:189-195, 1997.

MARTINS, P.L. et al., As essências florestais utilizadas nas fogueiras de São João na cidade de Campina Grande- PB. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 4(1): 1º semestre. 2004.

PLECHETTE, C.; FORTIN, J.A. & FURLAN, V. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. *Plant Soil*, 70:199-209, 1983.

Phillips, J. M. and D. S. Hayman. 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. 1970

ROCHA, R.C. Desenvolvimento de espécies arbóreas com e sem micorrização, transplantada para solo degradado contendo doses crescentes de fósforo. Lavras, UFLA, 1995. 75 p. (Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

RODAL, M.J.N. & NASCIMENTO, L.M. do. Levantamento florístico da floresta serrana da reserva biológica de Serra Negra, microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 16(4): 481 - 500. 2002.

SIQUEIRA, J.O. ; FRANCO, A.A. Biotecnologia do Solo: Fundamentos e Perspectivas. Brasília: MEC Ministério da Educação, ABEAS; Lavras:ESAL, FAEPE, 1988. 236 p.

SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C.; ROSASO, S. C. S.; DAVIDE, A. C.; CURI, N. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native woody species as related to successional stages in Southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management*. 107: 241-252. 1998.

SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares. In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M. (eds). *Microrganismos de importância ecológica, Brasília*. EMBRAPA. p. 151-194. 1994.

SIQUEIRA, A. P. D. Micorriza. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M. & NEVES, M.C.P.; eds. *Microbiologia do solo*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. P. 257-282.

SMITH, E. S.; READ, J. D. *Mycorrhizal symbiosis*. 2 ed. New York>Academic Press, 1997.