



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS VEGETAIS
ENGENHARIA AGRONÔMICA

GÉSSICA BEZERRA GURGEL

ADUBAÇÃO FOSFATADA E INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS NO
CRESCIMENTO DE CRAIBEIRA (*Tabebuia aurea*)

MOSSORÓ-RN

2014

GÉSSICA BEZERRA GURGEL

ADUBAÇÃO FOSFATADA E INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS NO
CRESCIMENTO DE CRAIBEIRA (*Tabebuia aurea*)

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador:

Prof. Dr. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski -
UFERSA

MOSSORÓ-RN

2014

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)

Setor de Informação e Referência

G978a Gurgel, Gêssica Bezerra

Adubação fosfatada e inoculação de fungos micorrízicos no crescimento de craibeira (*Tabebuia aurea*) / Gêssica Bezerra Gurgel -- Mossoró, 2014.
35f.: il.

Orientador: Prof.Dr. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski

Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

1. Dicotiledônea. 2. Craibeira – Adubação. 3. Planta do Cerrado - Área foliar. 4. Adubação fosfatada. 5. Fungos micorrízicos - inoculação. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/840-14

CDD: 634.973

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba

GÉSSICA BEZERRA GURGEL

ADUBAÇÃO FOSFATADA E INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS NO
CRESCIMENTO DE CRAIBEIRA (*Tabebuia aurea*)

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido – UFERSA,
Campus Mossoró, como parte das exigências
para a obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Aprovada em: 05/08/2014

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski – UFERSA
Presidente

Me. Rômulo Magno Oliveira de Freitas - UFERSA
Primeiro membro

Me. José Rivanildo de Souza Pinto - UFERSA
Segundo membro

*Ao meu pai, Francisco Nazareno Pereira
Gurgel (in memoriam), por todas as vezes que
me estimulou a estudar.*

*A minha mãe, Kalina Maria Bezerra Gurgel,
que tanto zelou e zela por mim.*

*Aos meus irmãos, Gelzelena e Nathan, que
sempre estão comigo.*

*Ao meu namorado, Rafael, que me incita a
crescer.*

*Ao meu orientador, Jeferson, pela sua ajuda
incondicional.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos bons espíritos que sempre estão comigo me ajudando e me guardando de todo o mal.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido por me dar condições de estudar.

À minha família que está torcendo por mim, principalmente meus avós, Helena e Erialdo, minha mãe, Kalina, meus irmãos, Gelzelena e Nathan, e meu pai que quando vivo me ofereceu a base para que eu pudesse seguir meus estudos.

Ao meu namorado Rafael e à sua família que estão por perto me ajudando e torcendo por minhas vitórias.

À minha família do Departamento de Ciências Vegetais que me ajuda em meus trabalhos, principalmente ao Prof. Jeferson, ao Rivanildo, ao Rômulo e à Isabelly.

Aos meus amigos Cleyse e Alexandro que me escutam e apóiam minhas decisões.

A todos aqueles que me auxiliaram em algum momento de minha jornada.

Morta... serei árvore, serei tronco, serei fronde,
e minhas raízes enlaçadas às pedras de meu
berço são as cordas que brotam de uma lira.

Cora Coralina

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido no viveiro de produção de mudas da Universidade Federal Rural do Semiárido, campus Mossoró, com objetivo de avaliar os efeitos dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e da adubação fosfatada no crescimento de mudas de craibeira. O delineamento foi em blocos casualizados completos, em esquema fatorial 5 X 2, sendo o primeiro fator as doses de fósforo: (0 mg.kg⁻¹ de P, 50 mg.kg⁻¹ de P, 100 mg.kg⁻¹ de P, 150 mg.kg⁻¹ de P e 200 mg.kg⁻¹ de P); e o segundo fator a presença ou não de FMA. Foram montados quatro blocos e três repetições, cada uma composta por uma planta. Foram mensurados a cada 15 dias a altura das plantas, o diâmetro do coleto e o número de folhas. Aos 140 dias foram mensurados a área foliar e a massa seca de folhas, caule e raízes. Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos dados independentes (qualitativos) comparados pelo teste de Tukey a 5% e os dependentes (quantitativos) submetidos a análises de regressão. Foi observado para características morfológicas, diferença estatística apenas no número de folhas e altura de plantas, sendo os tratamentos com micorriza superiores em menores doses de fósforo. Para os demais parâmetros não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos com inoculação de FMA e sem inoculação. Os modelos de regressão utilizados para descrever o crescimento da biomassa indicam que com utilização de FMA o crescimento máximo é atingido sob menores doses de fósforo.

Palavras-chave: Índice de Qualidade. Diâmetro do coleto. Altura. Massa seca. Área Foliar.

ABSTRACT

This work was developed in the arboretum production of seedlings of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró, to evaluate the effects of mycorrhizal fungi (AMF) and phosphorus fertilization on growth of *Tabebuia aurea*'s seedlings. The design was a complete randomized block, with factorial design 5 x 2, the first factor doses of phosphorus: (0 mg.kg⁻¹ P, 50 mg.kg⁻¹ P, 100 mg.kg⁻¹ P 150 P mg.kg⁻¹ and 200 mg.kg⁻¹ P); and the second factor the presence or absence of AMF. Four blocks and three repetitions, each repetition consisting of one plant. Plant height, stem diameter and the number of leaves were measured every 15 days. To 140 days were measured leaf area and dry mass of leaves, stems and roots. The results of the variables were submitted to variance analysis and the medium of independents varieties (qualitative) were compared by Tukey test at 5% and the dependents (quantitative) werw subjected to regression analyzes. It was observed for morphological characteristics, statistical difference in the number of leaves and plant height, and mycorrhizal treatments with smaller doses of phosphorus higher. For the other parameters no statistical difference between treatments with and without inoculation of AMF inoculation was found. Regression models used to describe the biomass growth indicate that the use of AMF promote maximum growth under lower levels of phosphorus.

Key-words: Dickson Quality Index. Stem basis diameter. Height. Dry weight. Leaf area.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema da distribuição das plantas de craibeira em experimento de resposta a micorriza e doses de fósforo.....	16
Figura 2 Micrografia de segmento de raiz de craibeira mostrando evidência de inoculação com micorriza (em azul).....	17
Figura 3 Massa seca da parte aérea de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	18
Figura 4 Massa seca de raiz de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	19
Figura 5 Massa seca total de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	20
Figura 6 Área foliar de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	21
Figura 7 Número de folhas de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	22
Figura 8 Número de folhas de craibeira sem inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo	23
Figura 9 Número de folhas de craibeira com inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo	23
Figura 10 Altura de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	24
Figura 11 Altura de craibeira sem inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo	25
Figura 12 Altura de craibeira com inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo	25
Figura 13 Diâmetro do coleto de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	26
Figura 14 Diâmetro de coleto de craibeira sem inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo	27
Figura 15 Diâmetro do coleto de craibeira com inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo	27
Figura 16 Relação entre parte aérea e raiz de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas.....	28
Figura 17 Razão de área foliar de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	29
Figura 18 Área foliar específica de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas	30
Figura 19 Índice de qualidade de Dickson de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. ASPECTOS GERAIS	11
2.2. CRAIBEIRA (Tabebuia aurea).....	11
2.3. FÓSFORO	11
2.4. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (FMA).....	12
2.5. EFEITO DO FÓSFORO NO FUNGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. ASPECTOS GERAIS	14
3.2. SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS.....	14
3.3. INÓCULO DO FUNGO	14
3.4. SEMEADURA.....	14
3.5. AVALIAÇÕES.....	14
3.6. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	15
3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. COLONIZAÇÃO DAS RAÍZES COM FUNGOS MICORRÍZICOS	17
4.2. MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA (MSPA)	17
4.3. MATÉRIA SECA DE RAIZ (MSR)	18
4.4. MATÉRIA SECA TOTAL (MST).....	19
4.5. ÁREA FOLIAR (AF)	20
4.6. NÚMERO DE FOLHAS (NF)	21
4.7. ALTURA (H).....	24
4.8. DIÂMETRO DO COLETO (DC).....	26
4.9. RELAÇÃO ENTRE PARTE AÉREA E RAIZ (RPAR).....	28
4.10. RAZÃO DE ÁREA FOLIAR (RAF).....	28
4.11. ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE).....	29
4.12. ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD).....	30
5. CONCLUSÃO	32
6. REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga ocupa grande área do Nordeste do Brasil, sendo considerado um dos maiores biomas brasileiros, com clima semiárido, quente e com baixa pluviosidade (MAIA, 2012).

Conforme Alves, Araújo e Nascimento (2009), a Caatinga foi um ambiente muito desgastado devido ao uso impróprio e insustentável dos recursos naturais por vários anos, sendo considerado o bioma do Brasil menos estudado, menos conhecido pelo meio científico e menos conservado. Maia (2012) considera difícil encontrar local com ecossistema original, sendo necessário ajudar a recuperação da caatinga, semeando ou plantando mudas de espécies nativas.

Na produção de mudas de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas, um importante componente a ser levado em conta é o custo de produção, que deve ser mantido o mais baixo possível. Nesse sentido, a utilização de substratos e de recipientes de produção de mudas mais baratos, além da redução do uso de adubos químicos, principalmente macronutrientes como Fósforo, e utilização de técnicas que reduzam o custo de produção é bastante relevante. Por outro lado, é necessário que as mudas apresentem alta qualidade, de forma a resistir ao ambiente inóspito da Caatinga degradada e com solos de baixa fertilidade.

Um fator que pode auxiliar a diminuir os custos de produção de mudas e mesmo melhorar a qualidade final das mesmas é a inoculação com fungo micorrízico arbuscular (FMA), que pode proporcionar melhoria na nutrição fosfatada (SMITH et al., 2011) e com isso reduzir a quantidade de adubo fosfatado necessário, e reduzir o período de transplântio.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e da adubação fosfatada no crescimento em mudas de craibeira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS

O bioma Caatinga está inserido na região semiárida que possui como classificação climática segundo Koeppen clima semiárido seco e quente (BSh) (KOEPPEN, 1948).

A região em que está inserido o Bioma Caatinga possui terrenos cristalinos, pouco permeáveis, e terrenos sedimentares que possuem boa reserva de água, sendo o solo pouco desenvolvido, pedregoso e pouco espesso (Alves, Araújo e Nascimento, 2009).

O semiárido é castigado tanto pelas condições climáticas quanto pela ausência de planejamento das práticas agrícolas, que acabam degradando o meio ambiente e provocando impactos à vida da população (SILVA et al., 2013).

De acordo com o IBAMA, 2010, a caatinga até 2008 teve 45,39% de sua área desmatada, sendo destacado que de 2002 a 2008 foram 2% e que os Estados de maior desmatamento foram Bahia e Ceará, ficando o Rio Grande do Norte em quarto lugar, com destaque para os municípios Mossoró e Touros.

2.2. CRAIBEIRA (*Tabebuia aurea*)

A craibeira, denominada cientificamente de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore, é uma planta pertencente à família das bignoniaceas, também chamada popularmente de para-tudo, caraibeira, caroba-do-campo, cinco-em-rama e ipê-amarelo-do-cerrado, que possui como características morfológicas tronco de casca suberosa, podendo chegar de 12 a 20 metros de altura, folhas compostas digitadas de 3 a sete folíolos, coriáceas e glabras, de folíolos oblongo-elípticos a elípticos, de 18 a 28 cm de comprimento com 4 a 6 cm de largura. As flores são esverdeadas em panículas terminais e frutos em cápsulas septicidas. A ocorrência da planta vai desde a região amazônica e nordeste até São Paulo e Mato Grosso do Sul, ocorrendo nos biomas Caatinga, Cerrado e Pantanal Mato-grossense. A madeira é moderadamente pesada, dura, grã irregular, extremamente flexível e de baixa resistência ao apodrecimento, sendo portanto, útil para produção de cabos de ferramentas, peças curvadas, régua flexíveis, artigos esportivos, confecção de móveis, esquadrias, construção civil e obras externas, além de ser empregada na arborização e no paisagismo devido ao seu valor ornamental (LORENZI, 2008).

2.3. FÓSFORO

O fósforo é um nutriente essencial considerado como macronutriente para as plantas por ser requerido em grandes quantidades. Como funções do fósforo estão: compor moléculas grandes ou agrupamentos de moléculas como DNA, RNA e fosfolipídeos, transportador de substratos e de energia química como em coenzimas e ATP, participar da sinalização celular, modificar proteínas irreversivelmente e constituinte de biominerais em animais (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

A disponibilidade de nutrientes, especialmente de nitrogênio e fósforo, geralmente limita o crescimento de plantas em habitats naturais. O desgaste natural de rochas solubiliza a principal fonte de fósforo, fosfato, muito lentamente, sendo necessário que plantas e microrganismos associados exsudem ácidos orgânicos para acelerar o processo de desgaste. O fósforo é o segundo nutriente mais limitante (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

O fósforo é um nutriente crítico para o desenvolvimento da planta e um dos mais presentes na planta, sendo no solo pouco disponível para as plantas por estar adsorvido ao solo e a planta possuir mais íons fósforo no meio interno e o potencial elétrico ser mais

negativo internamente que na solução do solo, tendo a planta que gastar energia para absorvê-lo (SMITH et al., 2011).

2.4. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (FMA)

As plantas criaram estratégias de absorção de fósforo: relação simbiótica com micorrizas arbusculares e ânions orgânicos produzidos pelas raízes, sendo a primeira mais comum de acontecer (SMITH et al., 2011).

As plantas e os organismos do solo vivem em constantes interações, na qual as plantas dependem da mineralização e da decomposição para se nutrirem. Porém, os solos secos tendem a impedir que os organismos trabalhem a mineralização. As plantas são favorecidas por troca de material nutritivo com bactérias e micorrizas, além de serem protegidas de organismos patogênicos por secreção antibiótica da microflora associados a essa planta. As plantas vascularizadas absorvem material de difícil absorção devido à capacidade bioquímica das micorrizas com qual vivem em simbiose, sendo a absorção aumentada com essa relação devido aos fungos possuírem uma extensa rede de micélios que fornece aminoácidos e alguns nutrientes como boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e cobalto por meio de secreções dos fungos e dissolução de hifas, enquanto recebe carboidratos da planta hospedeira. A associação mais importante é a forma de micorriza vesicular-arbuscular (VA) produzida por zigomicetos, sendo após a infecção a ramificação de suas hifas entre e dentro das células do córtex radicular (LARCHER, 2000).

Existem diferentes formas de associação micorrízica, como as ectomicorrizas formadas por fungos basidiomicetos que formam uma bainha ao redor das raízes e raízes de plantas lenhosas e as endomicorrizas que são formados por fungos glomeromicetos e plantas herbáceas, estando as hifas dos fungos penetradas no tecido radicular formando vesículas intumescidas ou invaginações ramificadas chamadas de arbúsculos (MADIGAN et al., 2010). Conforme Tortora, Funke e Case (2012), as estruturas desses inóculos são formadas pelo desenvolvimento das hifas que penetram nas raízes e formam dois tipos de estruturas: as vesículas que funcionam como estruturas de armazenamento e os arbúsculos, que se formam dentro das células das plantas, em forma de arbusto que quando se rompem liberam os nutrientes para as plantas.

De acordo com Smith et al. (2011), a maior vantagem da simbiose com micorrizas arbusculares para a planta em adquirir fósforo é que o fungo micorrizico arbuscular fornece um caminho pelo qual o fósforo é captado de grande volume de solo e rapidamente enviado para as células corticais dentro da raiz, suplementando a captação direta. Segundo o autor, o caminho das micorrizas arbusculares pode reduzir o impacto do esgotamento de fósforo inorgânico na rizosfera e também aumenta a nutrição de fósforo da planta e seu desenvolvimento. Além disso, Madigan et al. (2010) afirma que as micorrizas produzem substâncias que promovem o crescimento de plantas, induzindo alterações morfológica nas raízes, porém, apesar das micorrizas arbusculares serem encontradas em mais de 80% das plantas terrestres, sendo esses fungos considerados simbiontes obrigatórios por serem encontrados raramente livres na natureza, o efeito benéfico da micorriza é melhor observado em solos pobres, onde as árvores providas desse simbiote sobrevive enquanto as desprovidas não.

2.5. EFEITO DO FÓSFORO NO FUNGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR

Um fator decisivo na intensidade da associação micorrízica com a raiz é o estado nutricional da planta hospedeira, sendo que uma deficiência moderada de nutrientes como o fósforo tende a promover infecção, enquanto plantas com nutrientes abundantes tendem a suprimir a infecção pelas micorrizas, mudando a associação micorrízica, em solos bem

adubados, de relação simbiótica para parasítica, em que o fungo obtém carboidrato do hospedeiro, mas esta não se beneficia do aumento da eficiência de absorção de nutrientes (EPSTEIN; BLOOM, 2006; OLIVEIRA; SILVA; ARAÚJO NETO, 2012)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ASPECTOS GERAIS

O experimento foi realizado no viveiro de produção de mudas da Universidade Federal Rural do Semiárido, campus Mossoró, cujas coordenadas geográficas são 5°11' S e 37°20' W, altitude 18 m acima do mar. Clima BSwh' segundo Köppen, com temperatura de 27,5° e 68,9% de umidade do ar (CARMO FILHO et al., 1991).

3.2. SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Para produção das mudas foi utilizado solo quartzarênico distrófico, segundo análise: Física: areia total = 0,87 kg.kg⁻¹; silte = 0,09 kg.kg⁻¹; argila = 0,04 kg.kg⁻¹;

Química: pH (água) de 8,28; CE de 0,13 dS.m⁻¹; matéria orgânica de 11,36 e N de 0,35 g.kg⁻¹; P de 25,8, K⁺ de 98,85 e Na⁺ de 95 mg dm⁻³; Ca²⁺ de 3,2 e Mg²⁺ de 0,48 cmol_c dm⁻³; Cu de 0,06, Fe de 2,2, Mn de 11,3, e 3,63 mg dm⁻³.

A este foi adicionado fósforo na forma de superfosfato simples moído e colocado na sacola de plantio, abaixo e afastada da semente, em dosagens segundo os tratamentos.

3.3. INÓCULO DO FUNGO

Como fonte de inóculo, foram retiradas amostras de solos na própria universidade e feitas contagem de unidades formadoras de colônias de micorrizas, a partir daí, o solo que mais possuía unidades formadoras de colônia foi adicionado na mesma cova que as sementes, no volume de 10 ml. Para verificação da ocorrência de inoculação, amostras de raízes foram coletadas ao final do experimento, coradas com azul de Tripán e examinadas ao microscópio ótico, tomando como base a metodologia de Phillips & Hayman (1970).

3.4. SEMEADURA

Para obtenção de plântulas, sementes de craibeira da própria instituição foram coletadas e semeadas em sacolas plásticas de 1,5 dm³, sendo postas três sementes por cova. Após quinze dias, fez-se o desbaste de plântulas para que restasse apenas uma por sacola e, quando necessário, falhas foram substituídas por mudas transplantadas. A irrigação foi feita uma vez ao dia. Aos 60 dias após a semeadura (DAS) foi feita uma aplicação de micronutrientes (Rexolin® BRA) aplicados quinzenalmente, três vezes, na medida total de 200g/L.

3.5. AVALIAÇÕES

Foram feitas as seguintes avaliações:

- Número de Folhas (NF): Contadas quinzenalmente por 105 dias todas as folhas plenamente abertas e pelo menos com 50% da superfície foliar com coloração verde;
- Altura (H): Medida constatada com uma régua graduada do substrato até a ponta da última folha;
- Diâmetro do Caule (DC): Medida averiguada por meio de paquímetro digital com unidade em milímetro ao nível do substrato;
- Área Foliar (AF): Estimada com base no método do disco, na qual se retirou dez discos de 0,5 cm de raio de cada planta, ou seja 0,785cm² de área, por meio de furadores de rolhas, e secou-se as folhas e os discos, calculando-se a área foliar total por meio da fórmula, segundo metodologia de Souza et al. (2012):

$$AF = \frac{MSF * AD}{MSD}$$

onde, AF é a área foliar, MSF é a matéria seca total das folhas, AD é a área do disco e MSD é a massa seca do disco;

- Massa da matéria Seca de Parte Aérea (MSPA): Encontrada pelo armazenamento das partes aéreas das plantas em sacos de papel e sua manutenção em estufas a 75°C por 24 horas;
- Massa seca de raiz (MSR): Encontrada pelo armazenamento das raízes das plantas em sacos de papel e sua manutenção em estufas a 75°C por 24 horas;
- Razão de Área Foliar (RAF): Obtida através da equação, segundo Evans (1972):

$$RAF = \frac{AF}{PT}$$

onde, RAF é a Razão de Área foliar em dm^3g^{-1} , AF é a Área Foliar em dm^3 e PT é o Peso Total da Planta em g;

- Relação entre Parte Aérea e Raiz (RPAR): Obtida pela razão entre a MSPA e MSR;
- Área Foliar Específica (AFE): Obtida através da equação, de acordo com Benicasa (2004):

$$AFE = \frac{AF}{PF}$$

no qual, AFE é a Área Foliar Específica em dm^3g^{-1} , AF é a Área Foliar em dm^3 e PT é o Peso Foliar da Planta em g;

- Índice de Qualidade de Dickson (IQD), Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST}{\frac{ALT}{DIA} + \frac{MSPA}{MSR}}$$

em que, MST é a massa seca total em g, ALT é altura em cm, DIA é o diâmetro em mm, MSPA é a massa seca da parte aérea em g e MSR é a massa seca de raiz em g.

3.6. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento adotado foi em Blocos Casualizados em esquema fatorial 5 X 2, sendo cinco doses de fósforo: 0, 50, 100, 150 e 200 mg.kg^{-1} e presença ou ausência de micorrizas.

O experimento foi instalado em quatro blocos, com três repetições por bloco, com uma planta cada repetição, seguindo o esquema:

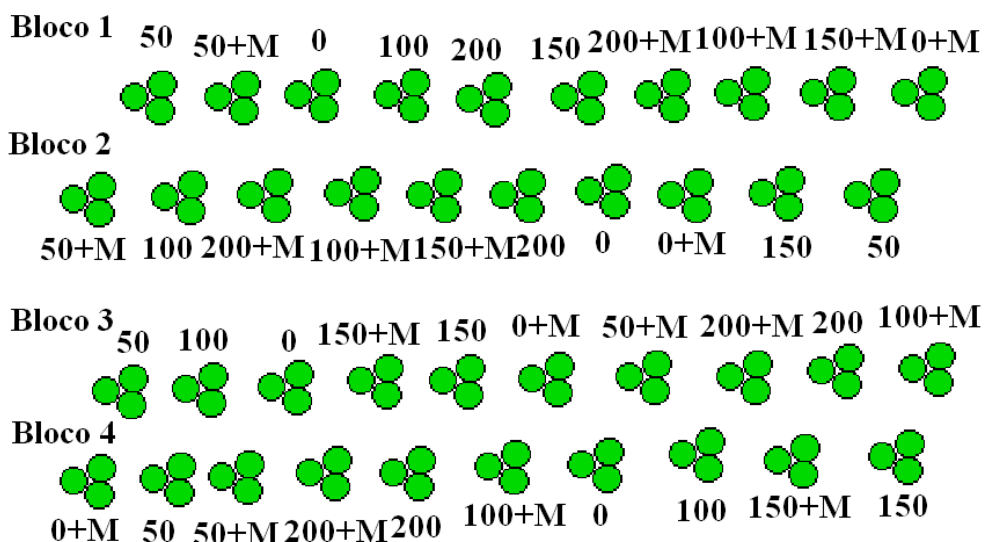


Figura 1 Esquema da distribuição das plantas de craibeira em experimento de resposta a micorriza e doses de fósforo.

3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para os dados não dependentes foram feitas análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância com auxílio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2008). Para os dados dependentes foram feitas análises de regressão, e os pontos máximos das curvas determinados com auxílio da rotina Solver do programa computacional Microsoft Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COLONIZAÇÃO DAS RAÍZES COM FUNGOS MICORRÍZICOS

A micrografia ótica de raízes de plantas micorrizadas é visualiza na Figura 2. Em plantas inoculadas foi verificada a presença dos fungos, sendo observadas hifas e vesículas, porém não foi notado arbúsculos.

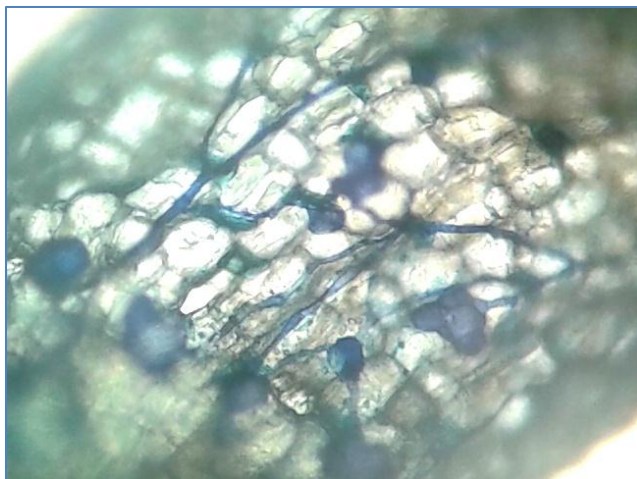


Figura 2 Micrografia de segmento de raiz de craibeira mostrando evidência de inoculação com micorriza (em azul).

4.2. MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA (MSPA)

Os resultados de MSPA são apresentados na Figura 3. Não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos com micorriza e sem micorriza a 5% de probabilidade. Segundo o modelo quadrático usado para descrever o comportamento da MSPA em resposta à adubação fosfatada, os valores máximos para MSPA foram de 4,311 g na dose de 175 mg/kg de fósforo e de 4,157 g na dose de 131,25 mg/kg de fósforo, para plantas sem e com inoculação de FMAs respectivamente.

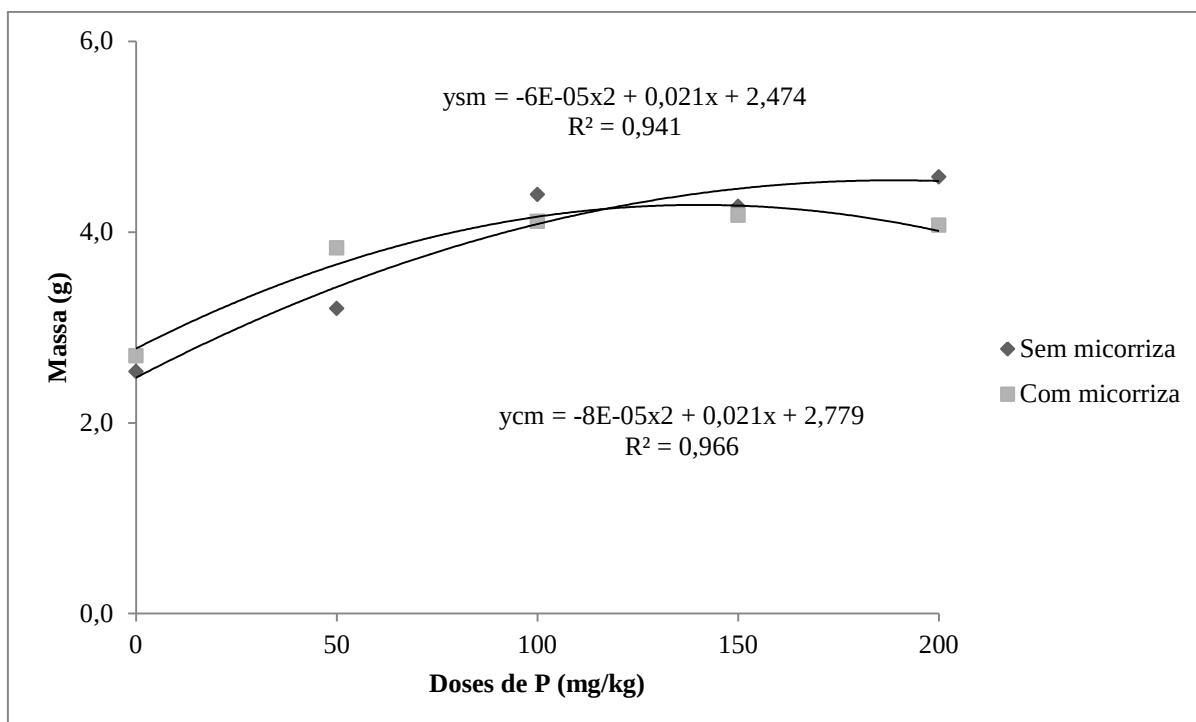


Figura 3 Massa seca da parte aérea de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

O maior acúmulo de MSPA em plantas inoculadas em relação as não-inoculadas sob doses menores de fósforo também foi observado por Hippler e Moreira (2013) em amendoazeiro. O que, segundo o autor, deve-se ao fato de que plantas com FMAs são mais eficientes na absorção de fósforo e de outros nutrientes. O mesmo efeito foi observado por Carneiro et al. (2010) para estílosantes.

Barbieri Júnior et al. (2011) afirma que, com *Bixa orellana*, houve maior acúmulo da MSPA em plantas inoculadas com FMAs em relação às plantas não inoculadas até o nível máximo estudado de 8400 g.m⁻³ de fósforo, equivalente a aproximadamente 50 mg/kg de fósforo. Essa tendência de maior efeito de FMAs em doses mais baixas de fósforo e não nas demais doses pode ser explicado pelo fato de que sob elevadas concentrações de fósforo, os aumentos de absorção que os fungos micorrízicos poderiam originar no desenvolvimento das plantas são menos significativos (CARNEIRO; SIQUEIRA; DAVIDE, 2004), sendo constatado pelos mesmos autores um acréscimo de 26% na massa seca de parte aérea de plantas de embaúba inoculadas quando comparadas às não-inoculadas. Resultado semelhante foi obtido por Nogueira e Cardoso (2000) no acúmulo de massa seca de parte aérea de soja, enquanto que para a acerola (BALOTA; MACHINESKI; STENZEL, 2011), a adição de fósforo proporcionou acréscimo acentuado na MSPA quando nos baixos níveis de fósforo, tanto nas plantas inoculadas como nas não-inoculadas.

4.3. MATÉRIA SECA DE RAIZ (MSR)

Os resultados de MSR são apresentados na Figura 4. Para a MSR, não foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a inoculação com FMAs. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento da MSR em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor máximo de MSR em plantas não inoculadas com FMAs é de 2,11 g na dose de 183,3 mg/kg de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs o valor máximo é de 1,87 g na dose de 125 mg/kg de fósforo.

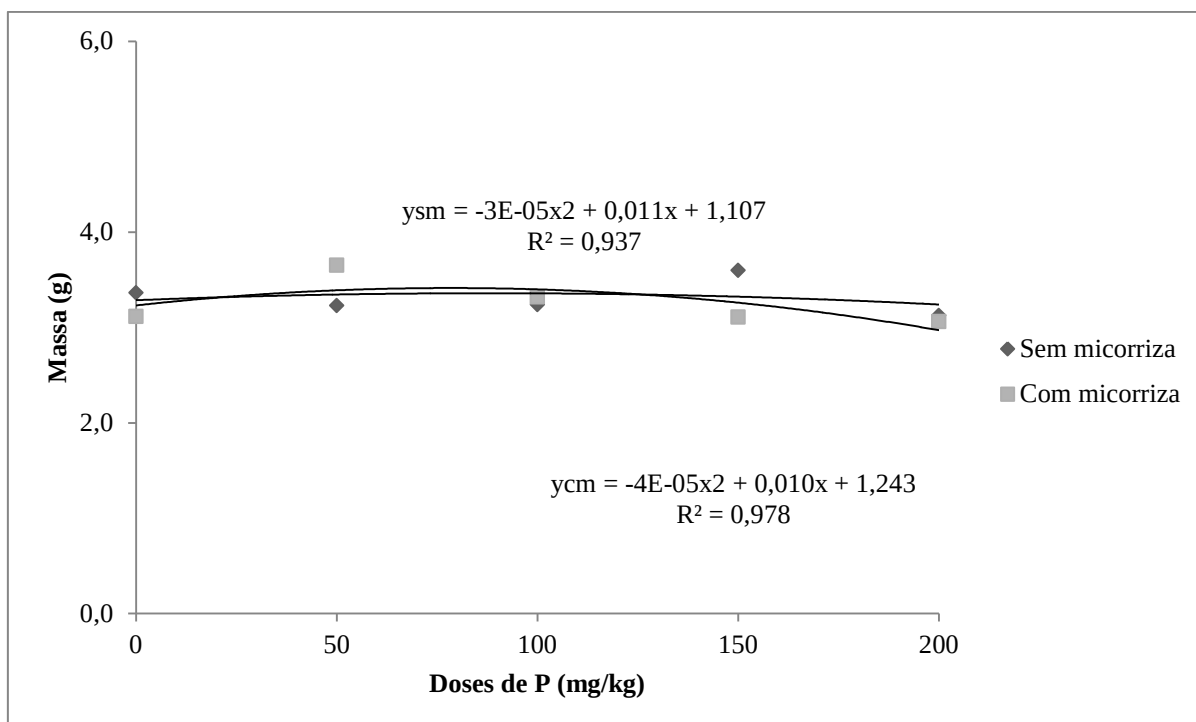


Figura 4 Massa seca de raiz de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

Da mesma maneira Hippler et al. (2011), afirma que para o amendoazeiro não houve diferença significativa para massa seca de raízes, entre os tratamentos, tanto para a presença do inóculo como para as doses de fósforo, diferentemente do que foi encontrado por outros autores, que observaram incremento em massa seca de raízes com a inoculação de FMAs (COELHO et al., 2012; CARNEIRO; SIQUEIRA; DAVIDE, 2004). O fato de não ter sido detectada diferença estatística em relação à matéria seca de raízes, pode ser explicado pela grande variabilidade existente em espécies nativas, porém, sabe-se que, normalmente, em baixos níveis de fósforo com FMAs há aumento da massa seca de raízes devido ao aumento da produção de raízes laterais ou pelos radiculares (KIRIACHEK et al., 2009).

4.4. MATÉRIA SECA TOTAL (MST)

Os resultados de MST são apresentados na Figura 5. Para a MST não foi encontrada diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento da MST em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor máximo de MST em plantas não inoculadas com FMAs é de 7,65 g na dose de 164,29 mg/kg de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs o valor máximo é de 7,7 g na dose de 130 mg/kg de fósforo. Houve acréscimo de 33% e de 28% de MST para os tratamentos sem e com inoculação, respectivamente, com aumento da dose de fósforo até o valor máximo de MST.

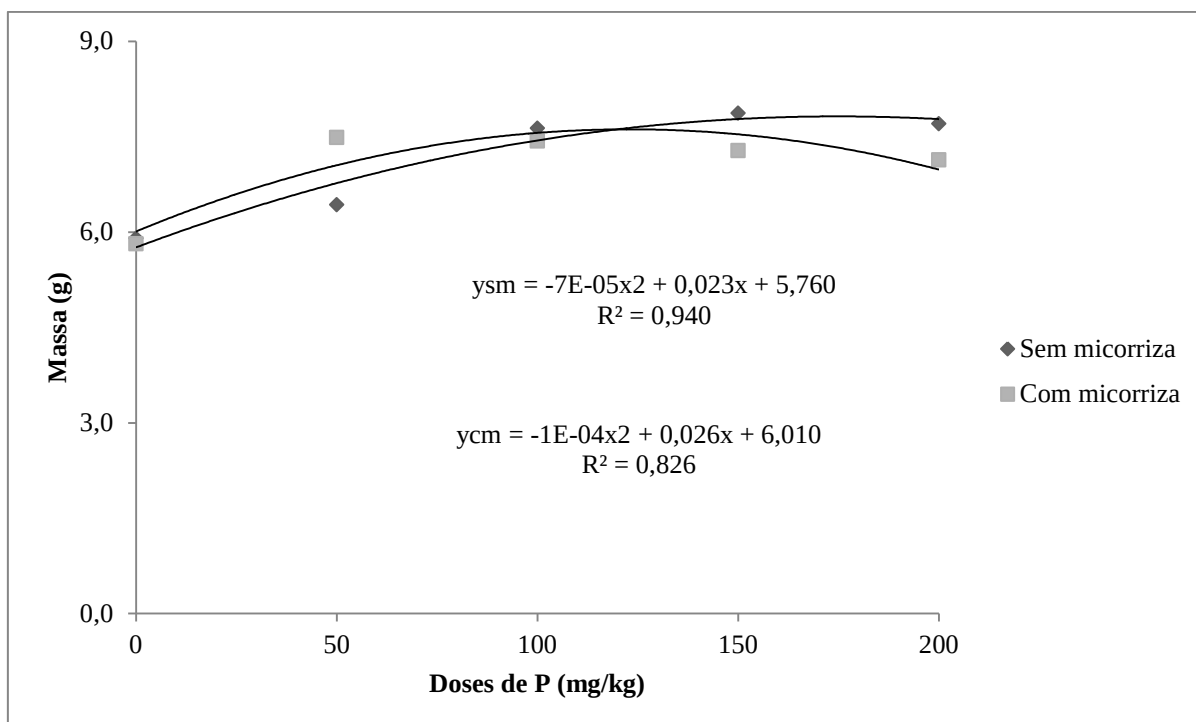


Figura 5 Massa seca total de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

No tratamento controle não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos com micorriza e sem micorriza, sendo esperado que a diferença estatística fosse grande entre os tratamentos, visto que as plantas inoculadas com FMAs têm maiores taxas de crescimento que as plantas sem micorriza quando o solo tem menos fósforo disponível às plantas (SMITH; GIANINAZZI-PEARSON, 1988). Porém, resultado semelhante foi encontrado por Hippler et al. (2011) com amendoim, na qual no grupo controle foi verificado a diferença de apenas 1 grama.

Diferentemente ao encontrado, para os valores médios de adubação foi encontrado efeito significativo para massa seca total por Taffou et al. (2014) com feijão de corda. Assim como, Shukla et al. (2012) observou para *Triticum aestivum*, *Phaseolus mungo*, *Eucalyptus tereticornis* e *Albizia procera* que a maior parte dos picos de peso seco total ocorrem na faixa de adubação de 5 a 20 $\mu\text{g g}^{-1}$, devido ao aumento no fornecimento de fósforo poder decrescer a disponibilidade de substrato orgânico de raízes para o fungo.

4.5. ÁREA FOLIAR (AF)

Os resultados de AF são apresentados na Figura 6. Para a AF, não foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a inoculação com FMAs. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento da AF em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor máximo de AF em plantas não inoculadas com FMAs é de 2,18 dm^2 em dose superior ao valor testado de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs o valor máximo é de 1,96 g na dose de 125 mg/kg de fósforo. A AF aumentou 94% e 53% para as plantas sem inoculação e com inoculação, respectivamente, com aumento da dose de fósforo até o valor máximo de ganho de área foliar.

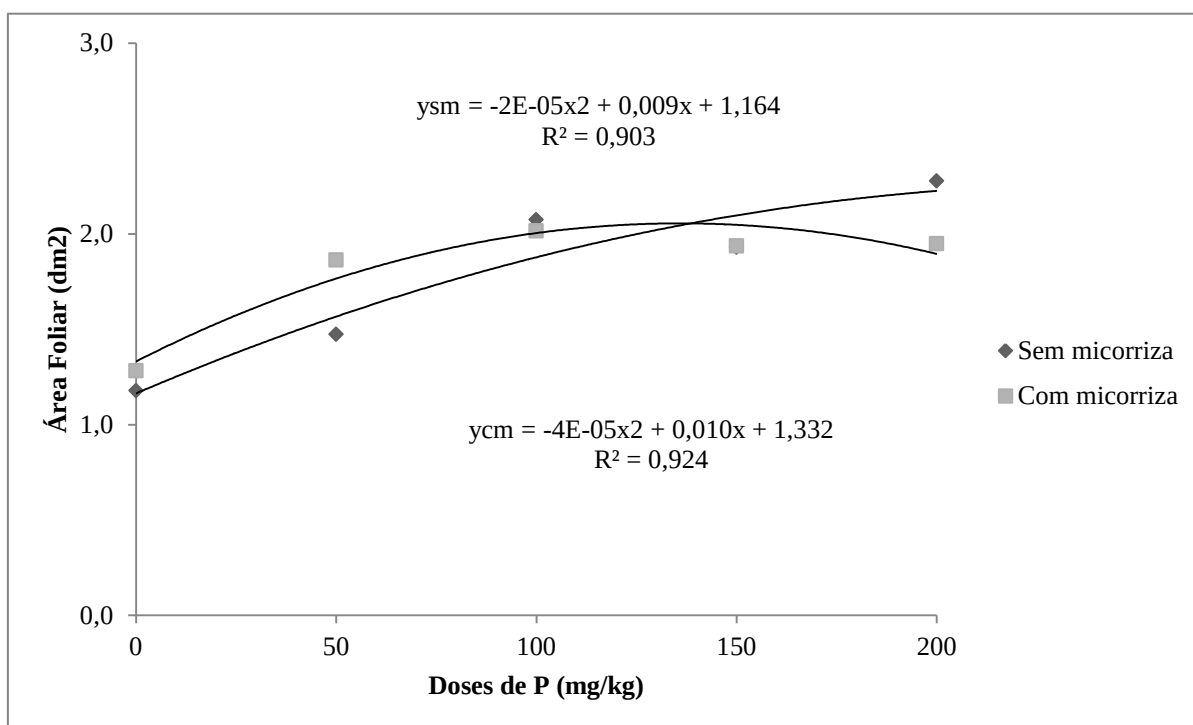


Figura 6 Área foliar de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

Diferentemente do observado no presente experimento Barbieri et al. (2011), trabalhando com urucum, e Coelho et al. (2012) com pinheira verificaram, aumento da área foliar das plantas de urucum inoculadas com FMA em relação às não inoculadas.

O fato de não ter sido encontrada diferença estatística no experimento pode ser devido à grande variabilidade existente na população de craibeira.

4.6. NÚMERO DE FOLHAS (NF)

Os resultados de NF são apresentados na Figura 7. Aos 60 DAS após a instalação, observou-se queda de folhas nos tratamentos com níveis mais alto de P. Em função disso procedeu-se uma aplicação com micronutrientes, e a queda de folhas foi controlada. Para o NF, foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a inoculação com FMAs nas doses 0 e 50 mg/kg de fósforo. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento da MSR em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor mínimo de NF em plantas não inoculadas com FMAs é de 10,18 na dose de 93,75 mg/kg de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs na mesma dose, o número de folhas é 11,49.

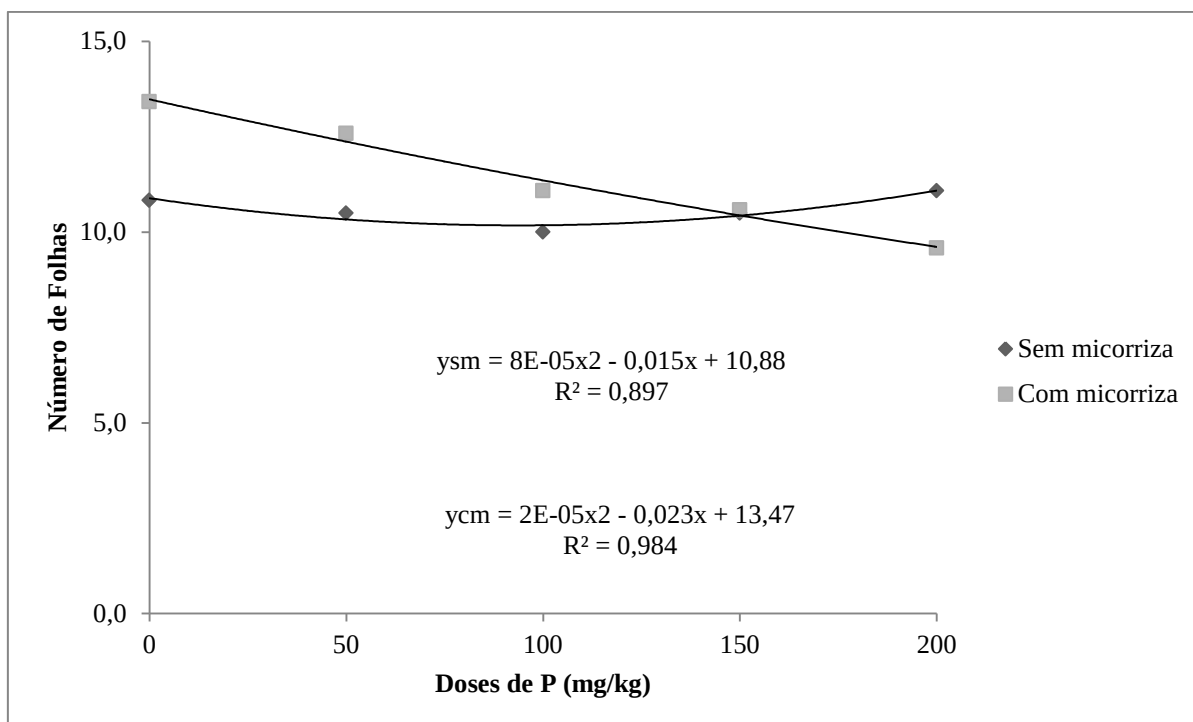


Figura 7 Número de folhas de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

Coelho et al. (2012), trabalhando com pinheira, e Oliveira, Silva e Araújo Neto (2012) com sabiá, verificaram que o número de folhas é maior estatisticamente quando há inoculação de FMAs.

Em relação aos níveis de adubação fosfatada no decorrer do tempo, os resultados são apresentados na Figura 7 e Figura 8.

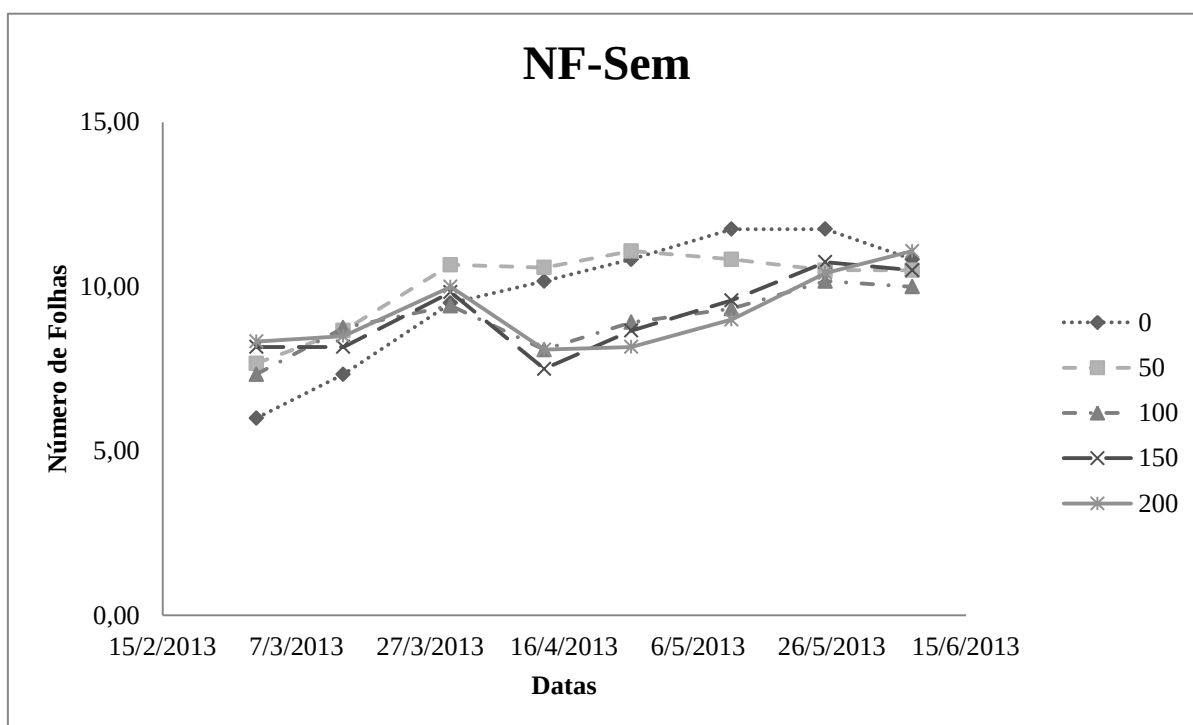


Figura 8 Número de folhas de craibeira sem inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo

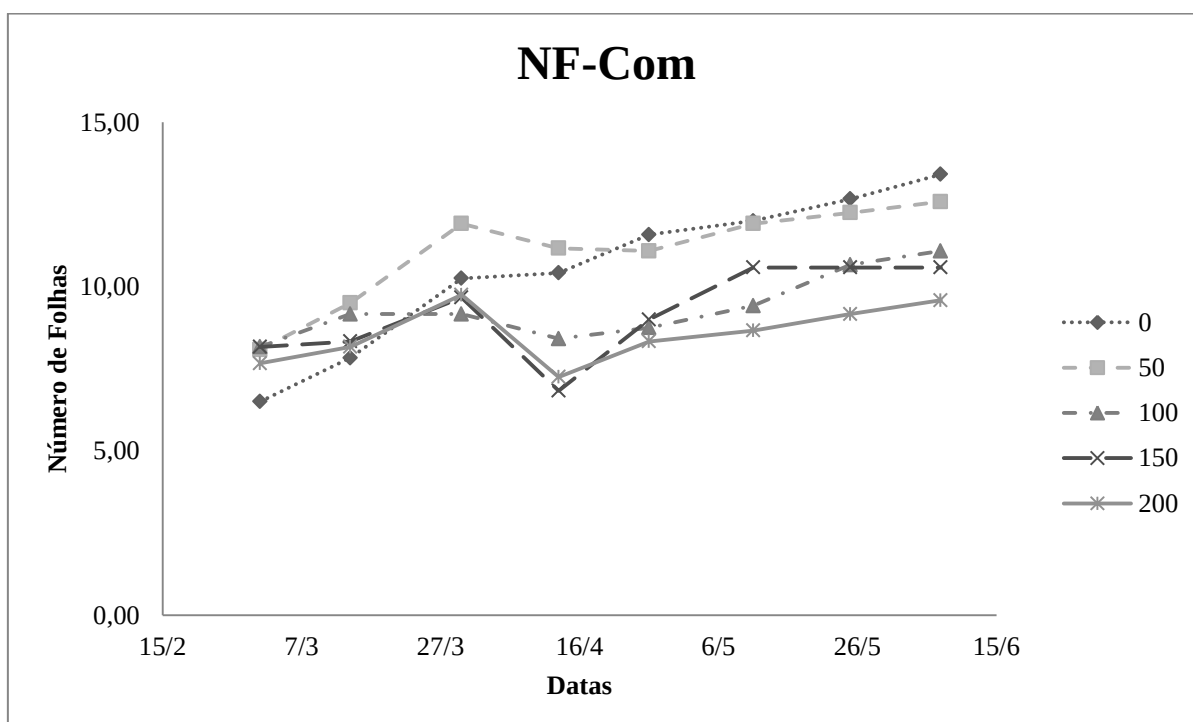


Figura 9 Número de folhas de craibeira com inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo

Para Oliveira, Silva e Araújo Neto (2012) foi verificado, para o sabiá, que o NF sem adição de fósforo é menor estatisticamente que com as doses de 60, 120 e 240 mg/kg de P, não diferindo essas três entre si, diferentemente, no experimento foi observado que com doses

de 100, 150 e 200 mg/kg de P, houve redução do número de folhas, sendo esses resultados atenuados com adição de micronutriente foliar em 16 de abril. Essa redução do número de folhas pode ter sido devida ao antagonismo existente entre o fósforo e o zinco, na qual em altas doses de fósforo pode ocorrer deficiência de zinco nas plantas (KIRKBY; RÖMHELD, 2007), o que pode provocar redução da produção do hormônio ácido indolil-3-acético, cuja ocorrência está associada à menor abscisão de órgãos, em um efeito antagônico com o etileno. (TAIZ; ZEIGER, 2004).

4.7. ALTURA (H)

Os resultados de altura são apresentados na Figura 10. Para a altura, foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para o nível de 50 mg/kg de fósforo. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento da altura em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor máximo de altura em plantas não inoculadas com FMAs é de 34,47 cm na dose de 150 mg/kg de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs o valor máximo é de 34,61 cm na dose de 141,25 mg/kg de fósforo.

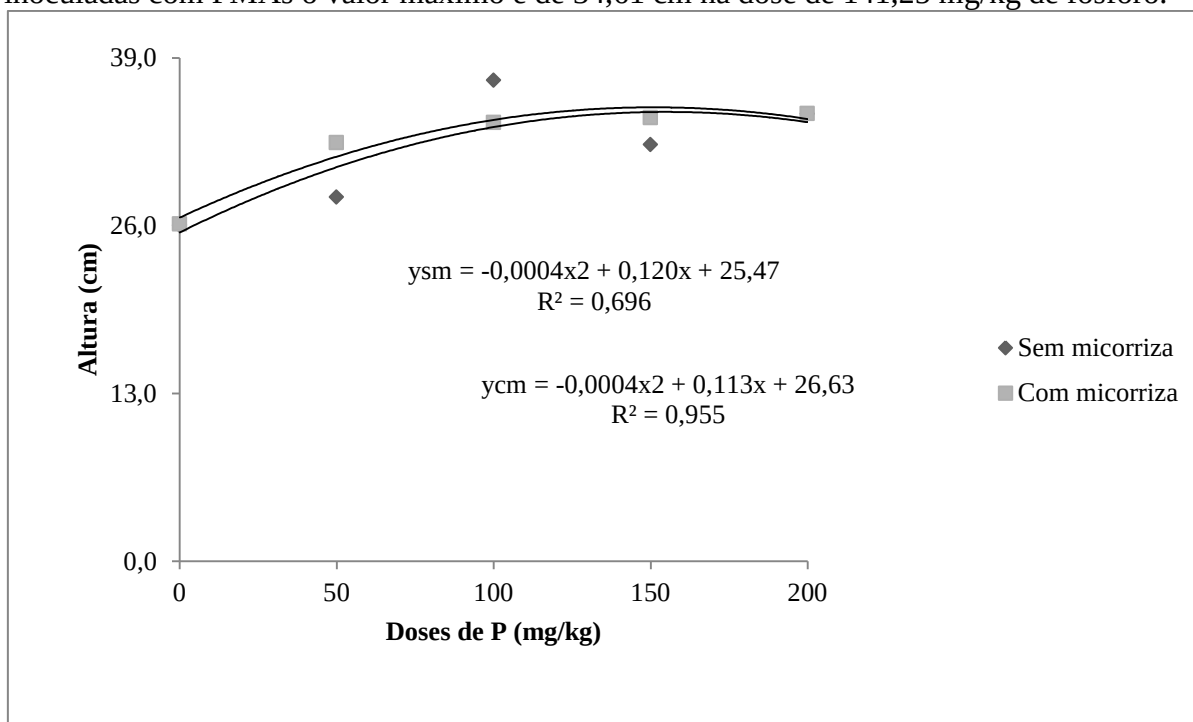


Figura 10 Altura de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

De forma semelhante ao encontrado no experimento, Vitorazi Filho et al. (2012) encontrou que os FMAs promoveram benefícios significativos na altura das mudas de maracujazeiro-doce nas doses de 0 a 15mg/dm³ de adubação fosfatada. De acordo com Balota, Machineski e Stenzel (2011), para acerola o incremento em altura chegou a 71% na dose de 30mg/kg de fósforo e 50% na dose de 90 mg/kg de fósforo em tratamento com inoculação de micorriza, enquanto no atual experimento, foi verificado acréscimo de 12% na altura das plantas inoculadas com FMA, na dose de 50 mg/kg de fósforo.

Em relação aos níveis de adubação fosfatada no decorrer do tempo, os resultados são apresentados na Figura 11 e Figura 12.

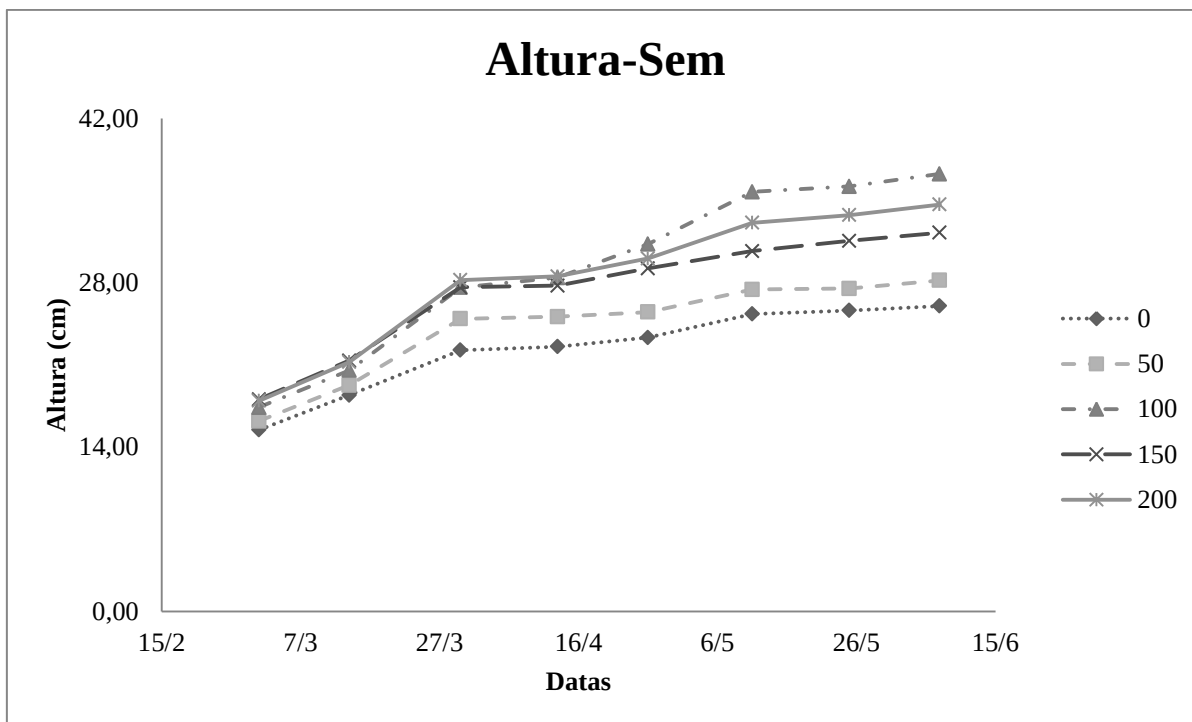


Figura 11 Altura de craibeira sem inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo

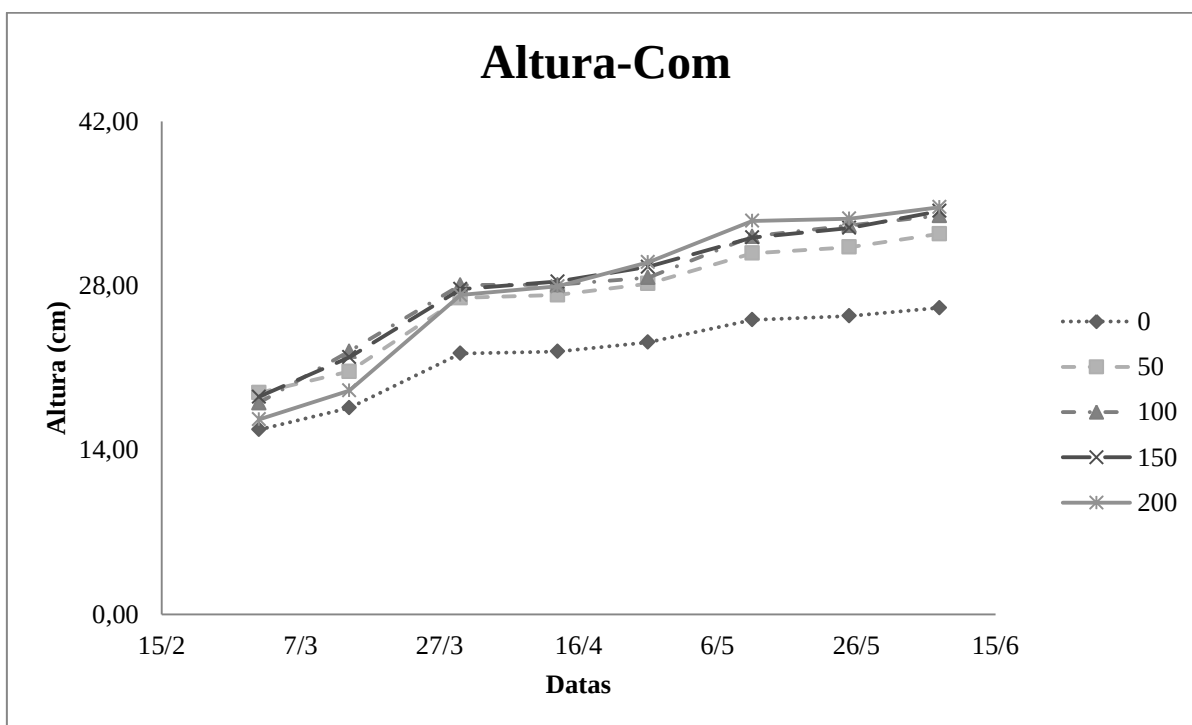


Figura 12 Altura de craibeira com inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo

De acordo com Gonçalves et al. (2000), mudas de plantas florestais com boa qualidade possuem valores de altura entre 20 e 35 cm. Observa-se que, para as mudas sem inoculação de FMAs, a adição de 100, 150 e 200 mg/kg de fósforo anteciparam em 15 dias a produção de mudas, seguindo o parâmetro de altura. Para as mudas com inoculação, observou-se que os

níveis 50, 100 e 150 mg/kg de fósforo anteciparam em quinze dias a produção em relação à testemunha.

4.8. DIÂMETRO DO COLETO (DC)

Os resultados de diâmetro do coleto são apresentados na Figura 13. Para o diâmetro do coleto, não foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a inoculação com FMAs. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento do diâmetro do coleto em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor máximo de diâmetro do coleto em plantas não inoculadas com FMAs é de 8,42 mm na dose de 140 mg/kg de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs o valor máximo é de 8,45 mm na dose de 175 mg/kg de fósforo.

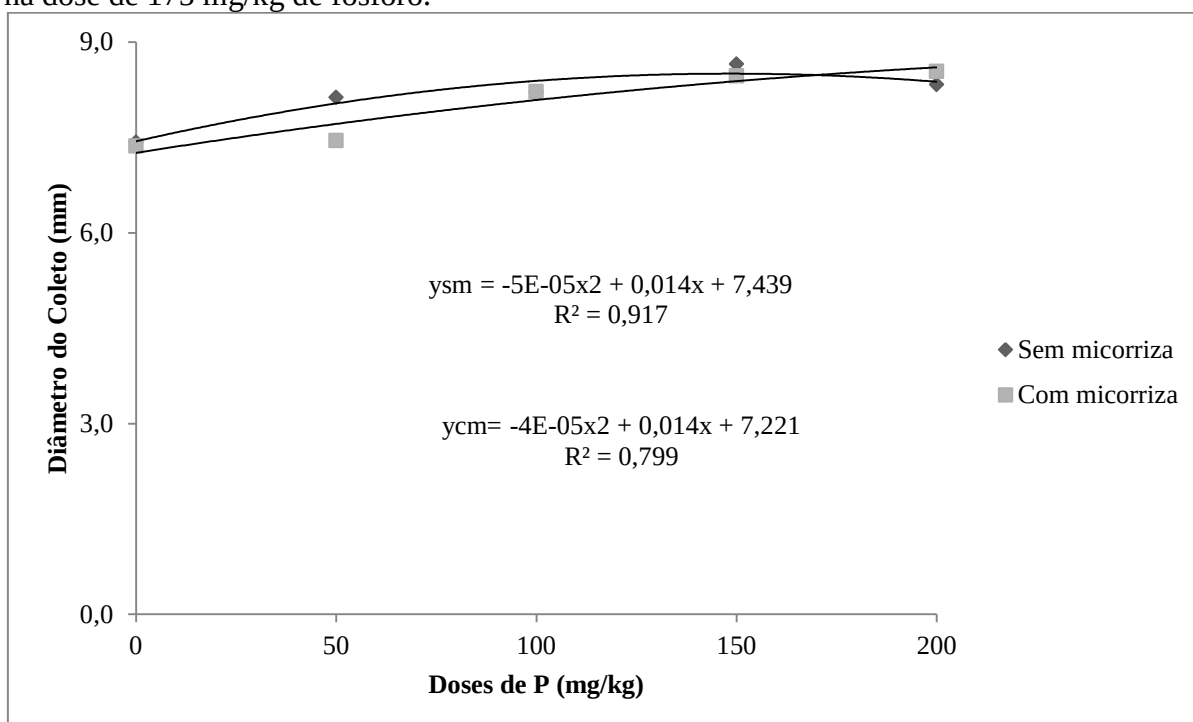


Figura 13 Diâmetro do coleto de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

Amezquita (2011), para a *Acacia mangium*, verificou que o diâmetro do colo das plantas sem FMA foram superiores ao das plantas com inoculação, mesmo que a altura seja maior. Diferentemente, para o paricá foi observado aumento do diâmetro do coleto no tratamento com micorriza superior ao grupo controle com aumento da adubação fosfatada (BRITO, 2013), o mesmo foi observado por Diniz et al. (2010) com seringueira e por Lacerda et al. (2011) para as espécies barú, chichá, caroba, ingá e gabirola.

Em relação aos níveis de adubação fosfatada no decorrer do tempo, os resultados são apresentados na Figura 14e Figura 15.

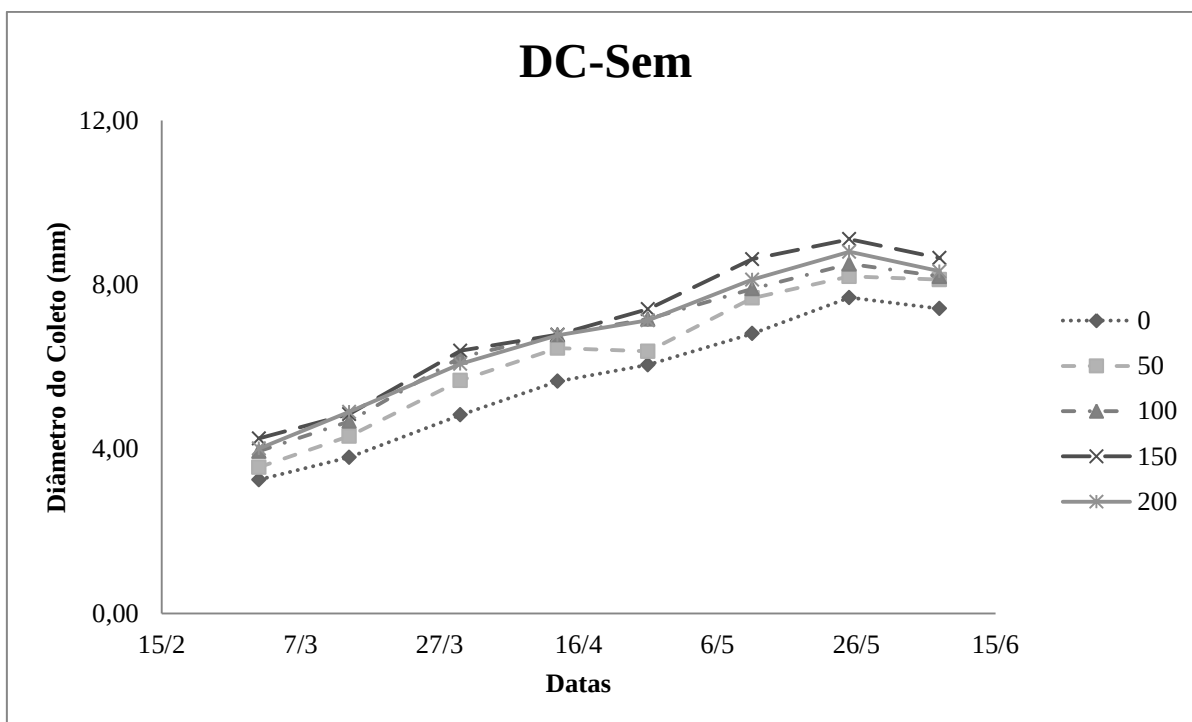


Figura 14 Diâmetro de coeto de craibeira sem inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo

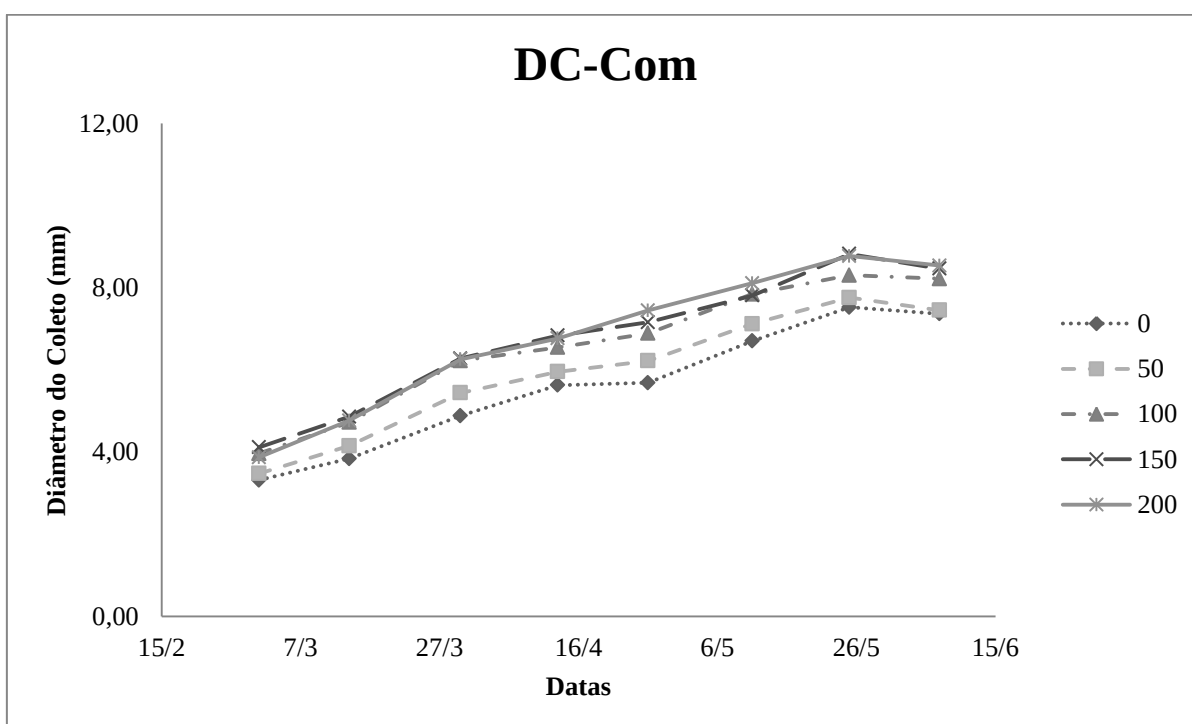


Figura 15 Diâmetro do coeto de craibeira com inoculação de FMAs em diferentes épocas em função de dose de fósforo

De acordo com Gonçalves et al. (2000), mudas de qualidade de plantas florestais possuem valores de diâmetro do coeto entre 5 e 10 mm. Observa-se, na Figura 14 e na Figura 15 que, para ambas as mudas sem inoculação e com inoculação de FMAs, a adição de 50,

100, 150 e 200 mg/kg de fósforo anteciparam a quantidade em dias (15 dias) para produção de mudas de qualidade, seguindo o parâmetro de diâmetro do coleto.

4.9. RELAÇÃO ENTRE PARTE AÉREA E RAIZ (RPAR)

Os resultados de RPAR são apresentados na Figura 16. Para a RPAR, não foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a inoculação com FMAs. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento da RPAR em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor máximo de RPAR em plantas não inoculadas com FMAs é de 1,41 g/g na dose de 250 mg/kg de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs o valor máximo é de 1,52 g/g na dose de 1250 mg/kg de fósforo.

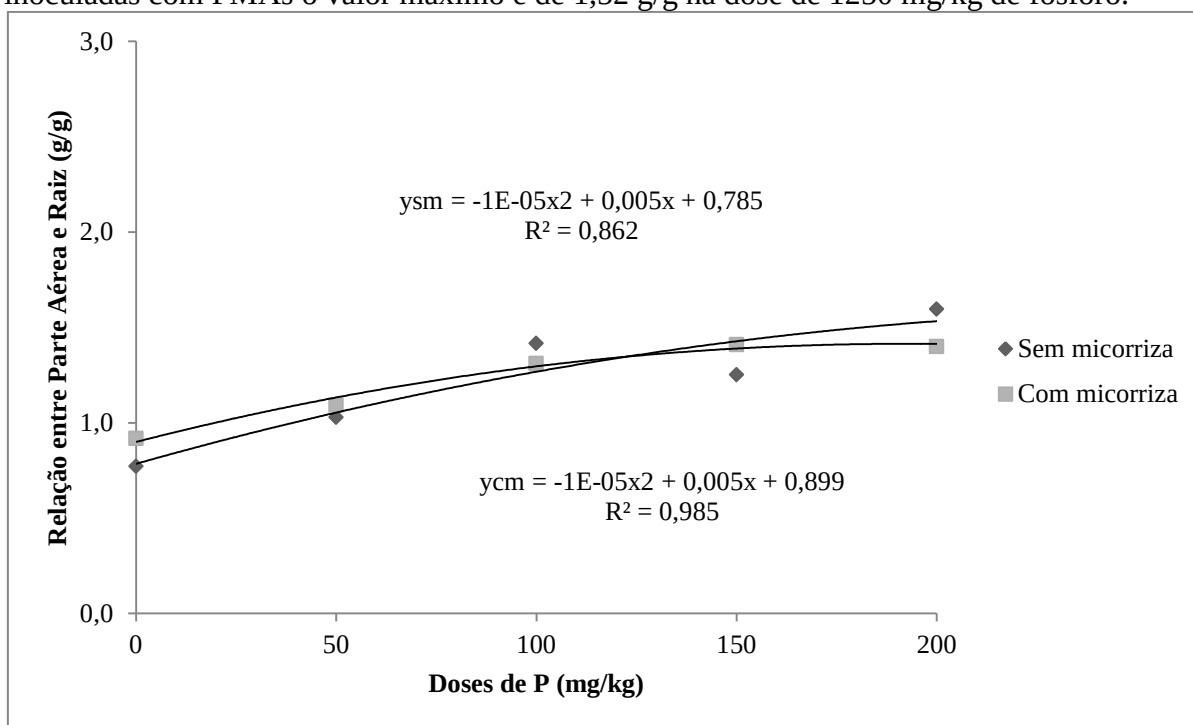


Figura 16 Relação entre parte aérea e raiz de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

Este parâmetro foi considerado por Gomes et al. (2002) o parâmetro de qualidade de plantas menos importante, por não trazer grandes contribuições na identificação de mudas de melhores atributos.

Resultado semelhante foi encontrado por Amezquita(2011) para *Acacia mangium*, no qual não foi encontrado diferença estatística para RPAR entre os tratamentos com FMAs e sem inoculação.

4.10. RAZÃO DE ÁREA FOLIAR (RAF)

Os resultados de RAF são apresentados na Figura 17. Para a RAF, não foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a inoculação com FMAs. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento da RAF em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor máximo de RAF em plantas não inoculadas com FMAs é de 0,29dm²/g na dose de 300 mg/kg de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs o valor máximo é de 0,28dm²/g na dose de 175 mg/kg de fósforo.

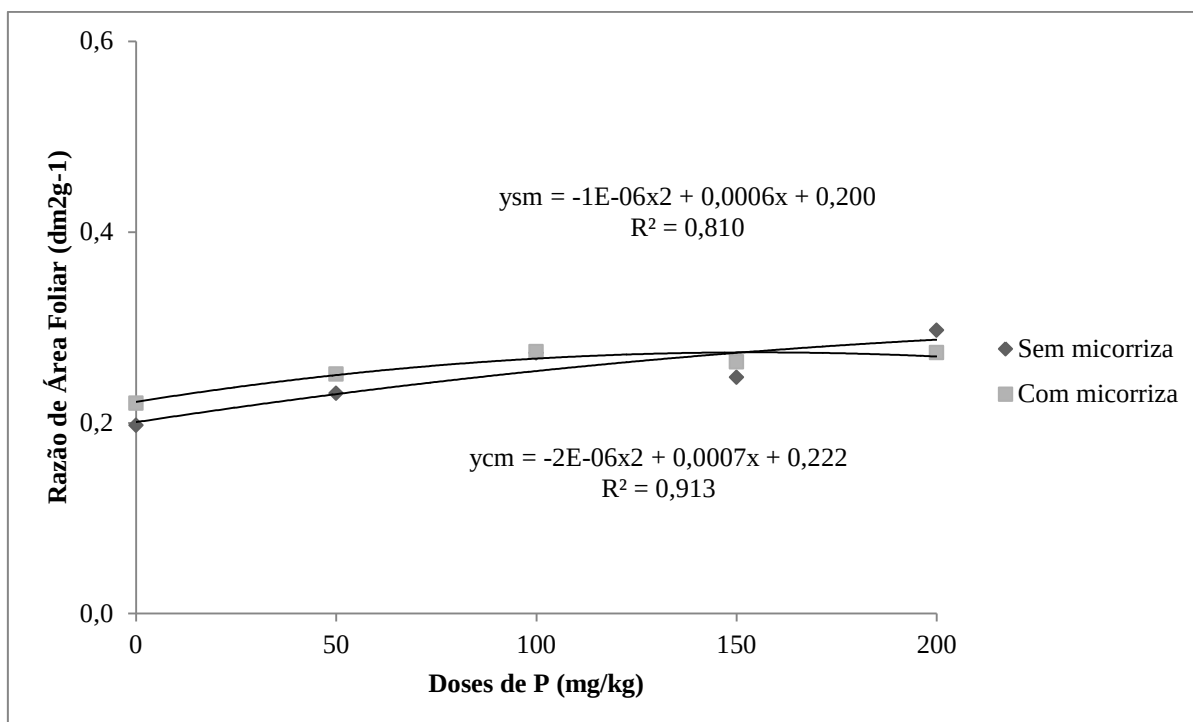


Figura 17 Razão de área foliar de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

Esse parâmetro serve de indicação de quanto a planta investiu sua massa para aumentar a área foliar e ter maior saldo fotossintético.

Diferentemente, Barbieri et al. (2011) verificou diferença entre os tratamentos com inoculação e sem inoculação em *Bixa orellana*. A diferença entre o resultado encontrado para o trabalho com *Bixa orellana* pode ser explicada pela grande variabilidade dentro da população de craibeira.

Para as plantas com FMAs, verifica-se que com menores doses de fósforo, em comparação às plantas sem inoculação, as plantas conseguem ter o mesmo investimento em área foliar que as plantas sem inoculação.

4.11. ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE)

Os resultados de AFE são apresentados na Figura 18. Para a AFE, não foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a inoculação com FMAs. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento da AFE em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor mínimo de AFE em plantas não inoculadas com FMAs é de $0,86 \text{ dm}^2/\text{g}$ na dose de 45 mg/kg de fósforo, enquanto que para as plantas inoculadas com FMAs o valor mínimo é de $0,87 \text{ dm}^2/\text{g}$ na dose de 75 mg/kg de fósforo.

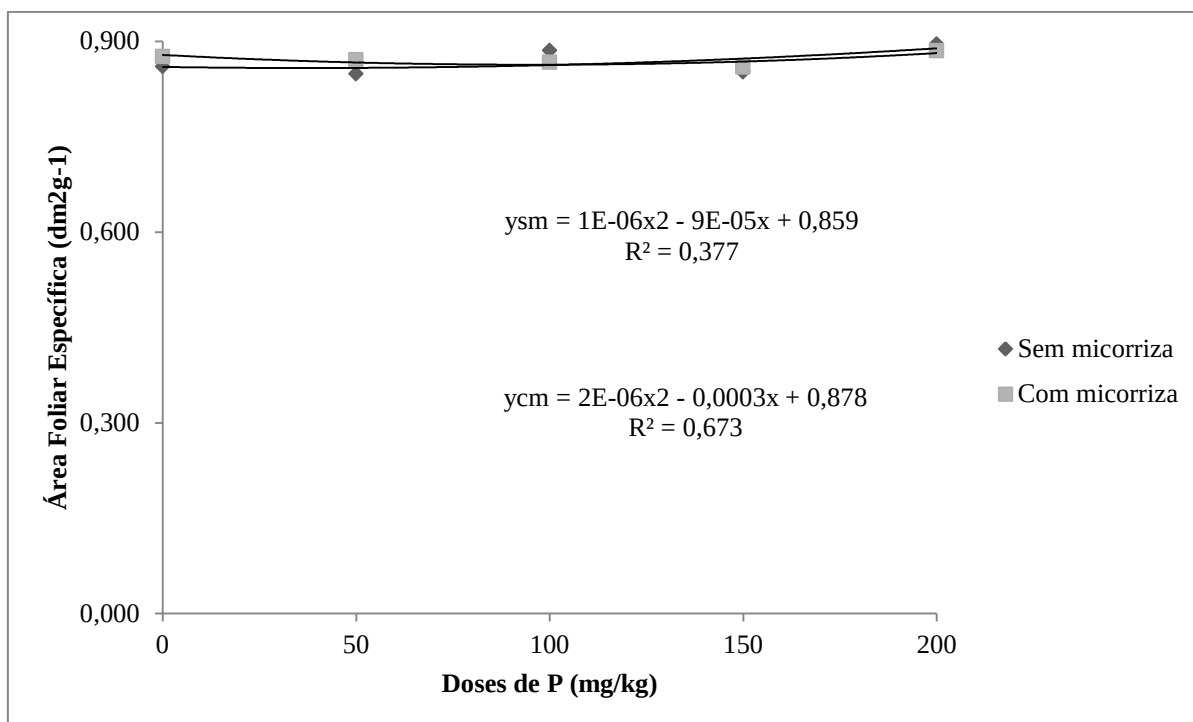


Figura 18 Área foliar específica de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

Além disso, observa-se uma tendência de queda dos dois tratamentos quanto à área foliar específica, indicando que as folhas estão ficando mais espessas com aumento da dose de fósforo até o nível de 45mg/kg de fósforo para plantas sem inoculação e 75 mg/kg de fósforo para plantas inoculadas.

4.12. ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON (IQD)

Os resultados de IQD são apresentados na Figura 19. Para o IQD, não foi encontrado efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a inoculação com FMAs. Segundo o modelo usado para descrever o comportamento do IQD em resposta à adubação fosfatada, infere-se que o valor mínimo de IQD em plantas não inoculadas e inoculadas com FMAs é de 0,46 na dose de 41,67 mg/kg de fósforo.

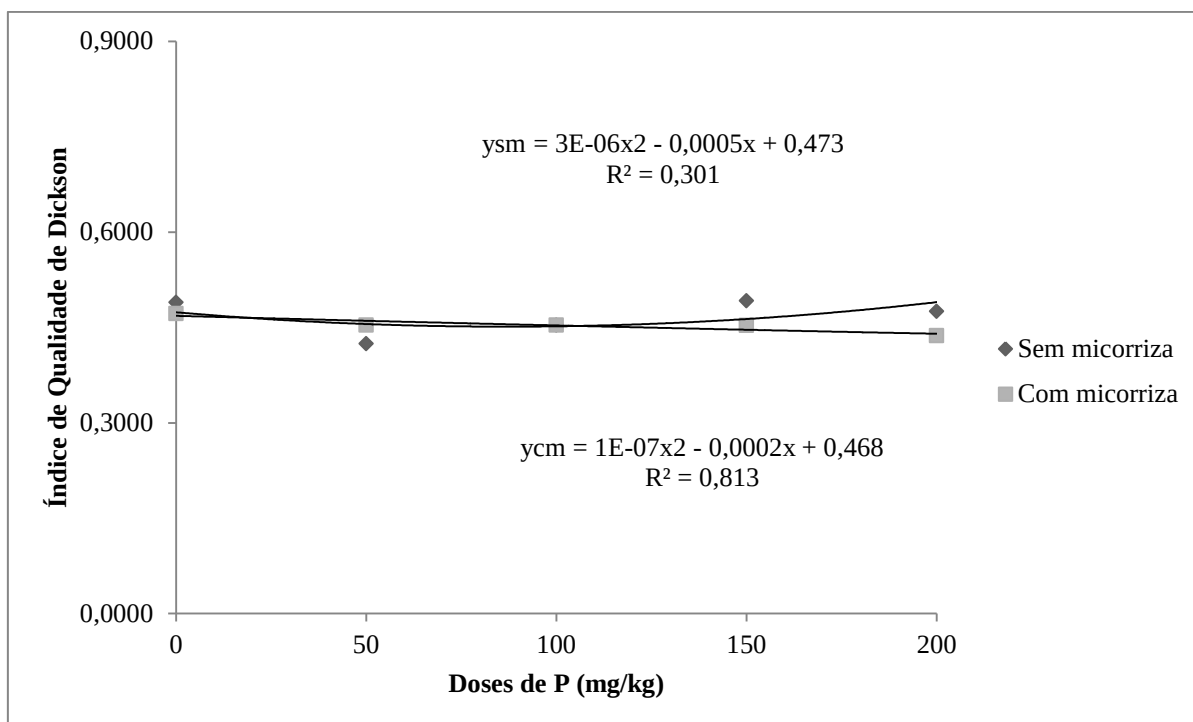


Figura 19 Índice de qualidade de Dickson de craibeira aos 140 DAS em função de dose de fósforo e inoculação com micorrizas

Segundo Hunt (1990), o IQD é um bom indicador de mudas de qualidade, sendo considerado como padrão o valor de 0,20. Isso indica que apesar do aumento da dose de fósforo causar um decréscimo no IQD, as plantas sem e com inoculação mantêm qualidade.

5. CONCLUSÃO

A adição de fosfato proporcionou uma tendência de aumento da biomassa e da área foliar até valores intermediários de dose. Os modelos utilizados indicam que esses valores de dose ótima de fósforo são menores para as plantas com micorrizas.

A adição de fósforo proporcionou uma aceleração na produção de mudas em 15 dias.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, Jose Jakson Amancio; ARAÚJO, Maria Aparecida de; NASCIMENTO, Sebastiana Santos do. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p.126-135, set. 2009.
- AMEZQUITA, Sandra Patrícia Montealegre. **Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Willd. em resposta a nitrogênio, fósforo e micorriza**. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- BALOTA, Elcio Libório; MACHINESKI, Oswaldo; STENZEL, Neusa Maria Colaudo. Resposta da acerola à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em solo com diferentes níveis de fósforo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p.166-175, 2011.
- BARBIERI JÚNIOR, Darci et al. Análise de crescimento de *Bixa orellana* L. sob efeito da inoculação micorrízica e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p.129-138, mar. 2011.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42p.
- BRITO, Vanessa Nascimento. **Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá**. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2013.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINO, J.; MAIA NETO, J.M. Dados Meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1989 a dezembro de 1990), Mossoró: ESAM, FGD, 1991, 110 p., Coleção Mossoroense, Série C, 630.
- CARNEIRO, Marco Aurélio Carbone; SIQUEIRA, José Oswaldo; DAVIDE, Antônio Cláudio. Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 34, n. 3, p.119-125, nov. 2004.
- CARNEIRO, Romero F. V. et al. Doses de fósforo e inoculação micorrízica no cultivo de estilosantes em solo sob condições naturais. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 59, n. 227, p.415-426, 2010.
- COELHO, Ieda Ribeiro et al. Uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na promoção do crescimento de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L., Annonaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Brasil, v. 26, n. 4, p.933-937, 2012.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Canadá, v.36, p.10-13, 1960.
- DINIZ, Patrícia Fabian de Araújo et al. Crescimento, parâmetros biofísicos e aspectos anatômicos de plantas jovens de seringueira inoculadas com fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*. **Acta Botânica Brasilica**, Brasil, v. 24, n. 1, p.65-72. 2010.
- EPSTEIN, Emanuel; BLOOM, Arnold J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p.
- EVANS, G. Clifford. **The Quantitative Analysis of Plant Growth**. California: Blackwell Scientific Publications, 1972. 734 p.

FERREIRA, Daniel Furtado. Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p.36-41, dez. 2008.

GOMES, José Mauro et al. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves JLM, Benedetti V, editors. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: USP; 2000. p. 309-350.

HIPPLER, Franz Walter Rieger et al. Fungos micorrízicos arbusculares nativos e doses de fósforo no desenvolvimento do amendoim RUNNER IAC 886. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n.3, p. 605-610, set. 2011.

HIPPLER, Franz Walter Rieger; MOREIRA, Milene. Dependência micorrízica do amendoimzeiro sob doses de fósforo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p.184-191, abr. 2013.

HUNT, Gary A.. Effect of Styroblock Design and Copper Treatment on Morphology of Conifer Seedlings. In: ROSE, Robin; CAMPBELL, Sally J.; LANDIS, Thomas D. (Ed.). **National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations 1990**. Fort Collins: U.s. Department Of Agriculture, 1990. p. 218-222. Disponível em: <<http://www.fcanet.org/proceedings/1990/hunt.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

IBAMA. **Monitoramento dos Biomas Brasileiros**: Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2010. Color. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/caatinga/APRESENTACAO_MINC_02MAR2010_CAATINGA.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2014.

KIRIACHEK, Soraya Gabriela et al. Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p.1-16, fev. 2009.

KIRKBY, Ernest Arnold; RÖMHELD, Volker. Micronutrientes Na Fisiologia De Plantas: Funções, Absorção E Mobilidade. **Boletim Informações Agronômicas**. Brasil, v. 118, 24 p. jun. 2007.

KOEPPEN, Wilhelm. **Climatologia**: Com um estudio de los climas de La tierra. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1948. 479 p.

LACERDA, Kenia Alves Pereira et al. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada no crescimento inicial de seis espécies arbóreas do cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 27, n. 3, p.377-386, set. 2011.

LARCHER, Walter. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000, 531 p.

LORENZI, Hari. **Árvores Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 384 p.

MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 1128 p.

MAIA, GerdaNickel. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. 2ª Ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413 p.

NOGUEIRA, Marco Antônio; CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira. Produção de micélio externo por fungos micorrízicos arbusculares e crescimento da soja em função de

doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p.329-338. 2000.

OLIVEIRA, J.j.f.; SILVA, B.B.; ARAÚJO NETO, A.c.. Crescimento inicial de mudas micorrizadas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob doses de fósforo. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 8, n. 4, fev. 2012.

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S.. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions British Mycological Society**, Great Britain, v. 55, n. 1, p.158-161, ago. 1970.

SHUKLA, Ashok et al. Phosphorus threshold for arbuscular mycorrhizal colonization of crops and tree seedlings. **Biology And Fertility Of Soils**, Berlin, v. 48, n. 1, p.109-116. 2012.

SILVA, Glauciene Justino Ferreira da et al. Degradação ambiental na microrregião do Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v. 6, n. 4, p.823-837, 2013.

SILVEIRA, Adriana Parada Dias da; GOMES, Vânia Felipe Freire. Micorrizas em plantas frutíferas tropicais. In: SILVEIRA, Adriana Parada Dias da; FREITAS, Sueli dos Santos (Ed.). **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. Cap. 4. p. 57-77. Disponível em: <<http://www.cisguanabara.unicamp.br/redeagroecologia/arquivos/biblagroecologia/microbiotadosolo.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2014.

SMITH, Sally E. et al. Nutrition: Interactions between Pathways of Phosphorus Uptake in Arbuscular Mycorrhizal Roots Have Important Implications for Understanding and Manipulating Plant Phosphorus Acquisition. **Plant Physiology: American Society of Plant Biologist**. Rockville, p. 1050-1057. jul. 2011

SMITH, Sally E.; GIANINAZZI-PEARSON, Vivienne. Physiological interactions between symbionts in vesicular –arbuscular mycorrhizal plants. **Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology**, California, v. 39, n. 1, p.221-244, 1988

SOUZA, Marcelo Sobreira de et al. Comparação de métodos de mensuração de área foliar para a cultura da melancia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p.241-245, jun. 2012.

TAFFOUO, Victor Désiré et al. Influence of phosphorus application and arbuscular mycorrhizal inoculation on growth, foliar nitrogen mobilization, and phosphorus partitioning in cowpea plants. **Mycorrhiza**, Berlin-Heidelberg, v. 24, n. 5, p.361-368. 2014.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 934 p.

VITORAZI FILHO, José Antonio et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas sob diferentes doses de fósforo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p.442-450, jun. 2012.