

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS – AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL DE *Annona crassiflora* Mart. EM
RESPOSTA À CALAGEM E ADUBAÇÃO COM
NITROGÊNIO, POTÁSSIO E FÓSFORO**

Autora: Andréia Mendes da Costa

Orientador: Prof. DSc. Leandro Carlos

Rio Verde - GO
Janeiro – 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS - AGRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL DE *Annona crassiflora* Mart. EM
RESPOSTA À CALAGEM E ADUBAÇÃO COM
NITROGÊNIO, POTÁSSIO E FÓSFORO**

Autora: Andréia Mendes da Costa

Orientador: Prof. DSc. Leandro Carlos

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

Rio Verde - GO
Janeiro – 2017

Costa, Andréia Mendes da

C837c Crescimento inicial de *Annona crassiflora* Mart. em resposta à calagem e adubação com nitrogênio, fósforo e potássio / Andréia Mendes da Costa. -- Rio Verde. – 2017.
64 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano –
Campus Rio Verde, 2017.
Orientador: Dr. Leandro Carlos.

Bibliografia

1. Marolo. 2. Nutrição Florestal. 3. Cerrado. I. Título. II. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

CDD: 631.8

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-GRONOMIA

**CRESCIMENTO INICIAL DE *Annona crassiflora* Mart. EM
RESPOSTA À CALAGEM E ADUBAÇÃO COM
NITROGÊNIO, POTÁSSIO, FÓSFORO E CALAGEM**

Autora: Andréia Mendes da Costa
Orientador: Prof. Dr. Leandro Carlos

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 16 de janeiro de 2017.

Dr. Juliana Silva Rodrigues Cabral
Avaliador externo
UNESP – Ilha Solteira - SP

Prof. Dr. Gustavo Castoldi
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde

Prof. Dr. Leandro Carlos
Presidente da banca/ Orientador
IF Goiano – Campus Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelas graças concedidas.

A minha família, meus pais Antônia Aparecida Mendes da Costa e Genessi José da Costa e minha irmã Gessica Mendes da Costa, pelo apoio em todos os momentos, conselhos, companheirismo e incentivo para superar todas as dificuldades.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, pela oportunidade de qualificação profissional e crescimento pessoal.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador professor Leandro Carlos, pela oportunidade, confiança, paciência, ensinamentos e contribuições desde meu ingresso no mestrado.

Aos meus coorientadores, os professores Paulo Eduardo Menezes Silva e Carlos Ribeiro Rodrigues, pelo apoio, incentivo, ensinamentos e contribuições para o meu futuro profissional e pessoal.

A minha colega e amiga, Patrícia Oliveira da Silva, pelo apoio, amizade, conselhos, troca de conhecimentos, pelos momentos de descontração e pela ajuda que foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Ao Laboratório de Hidráulica e Irrigação, coordenado pelo professor Frederico Antônio Loureiro Soares, Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, Laboratório de Química Agrícola, Laboratório de Análise de Solo e Tecido Foliar, pelo suporte e parceria na execução desta pesquisa.

A todos os professores do PPGCA – Agronomia, pelas valiosas contribuições e ensinamentos que fortaleceram minha formação acadêmica e pessoal. E, a todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

ANDRÉIA MENDES DA COSTA, filha de Antônia Aparecida Mendes da Costa e Genessi José da Costa, nasceu no dia 06 de setembro de 1992, na cidade de Santa Helena de Goiás, Goiás.

Em fevereiro de 2010, ingressou no curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás - Campus Santa Helena de Goiás - Goiás, graduando-se em dezembro de 2014.

Em março de 2015, iniciou no curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sob a orientação do Professor Leandro Carlos.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XIIIIII
1. INTRODUÇÃO	XV
1.1 Principais características intrínsecas de <i>Annona crassiflora</i> Mart.....	XV
1.2 Produção de mudas <i>Annona crassiflora</i>	XVI
1.3 Germinação	XVII
1.4 Enxertia	XVII
1.5 Estaquia.....	XVII
1.6 Exigências nutricionais	XVIII
1.7 Funções do N, K, P e calagem nas plantas.....	XIX
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XX
3. OBJETIVO	XXIV
CAPÍTULO I: CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Annona crassiflora</i> Mart. (ANNONACEAE) SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E CALCÁRIO	1
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1 Área de estudo e condições de cultivo.....	4
2.2 Doses de fósforo e cálcario	6
2.3 Coletas destrutivas e características avaliadas	7
2.4 Teor nutricional das mudas	8
2.5 Eficiência nutricional.....	8

2.6 Delineamento experimental	8
2.7 Análise estatística	8
3. RESULTADOS	9
3.1 Variáveis biométricas vinculadas a adubação	9
3.2 Qualidade das mudas de <i>A. crassiflora</i>	10
3.3 Teores de Ca, Mg e P	11
3.4 Eficiência nutricional	13
4. DISCUSSÃO	14
4.1 Variáveis biométricas vinculados adubação	14
4.2 Padrão de qualidade das mudas em viveiros	15
4.3 Teores de P, Ca e Mg nas plantas	16
4.4 Eficiência de absorção e realocação dos nutrientes	17
5. CONCLUSÕES	17
6. AGRADECIMENTOS	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO II: INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NO CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Annona crassiflora</i> Mart. (ANNONACEAE).....	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1. INTRODUÇÃO	25
2. MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 Obtenção das sementes e condições de cultivo	26
2.2 Análises biométricas e da biomassa	28
2.3 Análise do estado nutricional das plantas	29
2.4 Eficiência nutricional	29
2.5 Delineamento experimental	30
2.6 Análise estatística	30
3. RESULTADOS	30
3.1 Avaliações biométricas e de biomassa	30
3.2 Teores de N e K	33
3.3 Desenvolvimento de doenças em mudas de <i>A. crassiflora</i>	35
4. DISCUSSÃO	36
5. CONCLUSÕES	38
6. AGRADECIMENTOS	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CONCLUSÃO GERAL	43

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

A	Altura da planta	(cm)
D	Diâmetro do caule	(mm)
NF	Número de folhas	-
MSF	Massa seca de folhas	(g planta ⁻¹)
MSC	Massa seca do caule	(g planta ⁻¹)
MSR	Massa seca do raiz	(g planta ⁻¹)
MSPA	Massa seca da parte aérea	(g planta ⁻¹)
MST	Massa seca total	(g planta ⁻¹)
H/D	Altura/diâmetro	
R/PA	Raiz/parte aérea	
IQD	Índice de qualidade de Dickson	
EA	Eficiência de absorção	(mg g ⁻¹)
ET	Eficiência de translocação	%
EU	Eficiência de utilização	(g ² mg ⁻¹)
N	Nitrogênio	(cmolc dm ⁻³)
K	Potássio	(cmolc dm ⁻³)
P	Fósforo	(cmolc dm ⁻³)
Ca	Cálcio	(cmolc dm ⁻³)
Mg	Magnésio	(cmolc dm ⁻³)
Al	Alumínio	(cmolc dm ⁻³)
CTC	Capacidade de troca catiônica	(cmolc dm ⁻³)
pH	Potencial hidrogeniônico	%
V	Saturação de bases	%
m	Saturação por alumínio	%
M.O	Matéria orgânica	%
Na	Sódio	(mg dm ⁻³)
S	Enxofre	(mg dm ⁻³)
B	Boro	(mg dm ⁻³)
Fe	Ferro	(mg dm ⁻³)
Mn	Manganês	(mg dm ⁻³)
Cu	Cobre	(mg dm ⁻³)
Zn	Zinco	(mg dm ⁻³)
LVd	Latossolo Vermelho distrófico	

RESUMO

COSTA, ANDRÉIA MENDES DA COSTA. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, janeiro de 2017. **Produção de mudas de *Annona crassiflora* Mart. em resposta à adubação com nitrogênio, potássio e fósforo.** Orientador: DSc. Leandro Carlos. Coorientadores: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues e DSc. Paulo Eduardo Menezes Silva.

Annona crassiflora Mart. conhecida popularmente por marolo ou araticum, é uma espécie nativa do Cerrado brasileiro, com grande potencial econômico. Porém há poucos trabalhos na literatura abordando as exigências nutricionais desta espécie, especificamente em relação à adubação com nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P) e calcário. Por tanto, o objetivo desta pesquisa é avaliar o uso de diferentes doses desses macronutrientes, visando a produção de mudas de *Annona crassiflora*, de modo a potencializar o crescimento em função dessas doses e do efeito do aumento dos níveis de saturação por base. O experimento foi instalado em ambiente protegido pertencente ao Instituto Federal Goiano no campus de Rio Verde. Realizou-se a quebra de dormência das sementes e após a protrusão da radícula foi feito o transplântio das sementes pré-germinadas semeado uma semente por vaso de 3,5 litros preenchidos com Latossolo Vermelho Distrófico. Com três experimentos distintos, N, K e outro com calagem e P. Para os experimentos com N e K o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com 4 repetições e 5 tratamentos constituídos pelas doses: (0 – “testemunha”, 50, 100, 150, 200 mg dm⁻³) de N e K. E para as doses de calcário e fósforo, adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial (4 x 4),

com quatro repetições, sendo quatro doses de calcário para elevação do “V” a: (0 - natural, 25, 50 e 75%) e quatro doses de P (0, 100, 200 e 400 mg dm⁻³). Observou-se efeito significativo sobre aumento dos níveis de saturação por bases e adubação fosfatada, ajustou-se aos modelos linear e quadrático, conforme os tratamentos aplicados, recomendando-se as doses 75% e 400 mg dm⁻³ de P. Para adubação nitrogenada atingiram o ponto máximo de crescimento com as doses de 100 a 200 mg dm⁻³. Já adubação potássica não obteve resposta no crescimento das mudas de *Annona crassiflora*.

PALAVRAS-CHAVE: marolo, nutrição florestal, cerrado.

ABSTRACT

COSTA, ANDRÉIA MENDES DA COSTA. Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde - GO, January 2017. **Seedlings production of *Annona crassiflora* Mart. in response to nitrogen, potassium and phosphorus fertilization.** Advisor: DSc. Leandro Carlos. Co-Advisors: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues and DSc. Paulo Eduardo Menezes Silva.

Annona crassiflora Mart. known popularly by marolo or araticum, is a native species of the Brazilian Cerrado, with great economic potential. However, there are few studies in the literature addressing the nutritional requirements of this species, specifically in relation to fertilization with nitrogen (N), potassium (K), phosphorus (P) and limestone. Therefore, the objective of this research is to evaluate the use of different doses of these macronutrients, aiming the production of seedlings of *Annona crassiflora*, In order to increase the growth as a function of these doses and the effect of increasing saturation levels per base. The experiment was carried out in a protected environment belonging to the Goiano Federal Institute on the campus of Rio Verde. The seed dormancy was broken and after protrusion of the radicle was done the transplanting of the pre-germinated seeds, seeding one seed per pot of 3.5 liters filled with Red Latosol Dystrophic. For the experiments with N and K the experimental design used was the completely randomized with 4 replicates and 5 treatments consisting of the doses: (0 - "control", 50, 100, 150, 200 mg dm⁻³) of N and K. For the limestone and phosphorus doses, the completely randomized design was used in a factorial scheme (4 x 4), with four replicates, four limestone doses for (0, 100, 200, and 400 mg dm⁻³), respectively. It

was observed a significant effect on the increase of the saturation levels by bases and phosphate fertilization, adjusted to the linear and quadratic models, according to the applied treatments, being recommended the doses of 75% and 400 mg dm⁻³ of P. For nitrogen fertilization the plants reached peak growth with doses of 100 to 200 mg dm⁻³. However, potassium fertilization did not respond in the growth of *Annona crassiflora* seedlings

KEY WORDS: marolo, forest nutrition, cerrado.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Principais características intrínsecas de *Annona crassiflora* Mart.

O Cerrado é o segundo maior domínio do Brasil, apresentando-se com ampla biodiversidade de espécies endêmicas, sendo considerado um dos maiores “Hotspots” mundiais (GUARNIZO et al., 2016). Dentre as espécies desse domínio, *Annona crassiflora* Mart. destaca-se entre as frutíferas nativas, pela sua importância socioeconômica a cargo da exploração extrativista (VALADARES et al., 2015). É representante da família Annonaceae e conhecida popularmente como marolo ou araticum (BOTREL et al., 2016) entre vários outros.

Esta espécie ocorre naturalmente no cerrado *sensu stricto*, em campos abertos com árvores de porte arbustivos e no cerradão, onde a vegetação é mais densa. Têm distribuição nos Estados de Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Mato Grosso, Piauí, Tocantins, Maranhão, Pará e São Paulo (LORENZI, 2002).

É uma espécie arbórea de porte médio, variando entre 4 a 8 m de altura. O tronco geralmente tortuoso entre 20 e 30 cm de diâmetro, coberto por uma casca áspera, resistente à ação do fogo. As flores exibem coloração verde-amarelada, geralmente solitárias, axilares, dotadas de pétalas engrossadas e carnosas. São plantas hermafroditas, compostas por numerosos estames e carpelos livres entre si (apocárpicas), dispostos em espiral no ovário da flor. Os órgãos sexuais femininos são os primeiros a atingirem a maturidade fisiológica tornando-se ativos no início da fase de floração, quando as anteras (parte masculina) ainda estão imaturas, processo denominado de protogínicas, que tem o estigma receptivo enquanto as anteras se

encontram imaturas. O período de florescimento ocorre, em geral, entre os meses de outubro a novembro com pequenas variações, dependendo da região (LORENZI, 1998).

A polinização é feita preferencialmente por insetos (entomófila), quando a flor totalmente formada contém mecanismo de termogênese, o qual regular o calor interno, exalando forte cheiro para atrair seus agentes polinizadores. A frutificação tem início no mês de novembro, no entanto, o amadurecimento pleno ocorre entre janeiro e fevereiro. Os frutos apresentam com cerca de 15 cm de diâmetro, são ovalados arredondados, considerados uma baga do tipo subglobosa de superfície tomentosa e tuberculada, com coloração verde durante seu desenvolvimento e marrom quando se encontra maduro. A polpa é levemente adocicada de cor branca ao amarelo creme, com aroma forte e peculiar, composto de várias sementes dentro de cada fruto (LORENZI et al., 2006).

1.2 Produção de mudas *Annona crassiflora*

Em virtude da rápida expansão da agricultura, as regiões do Cerrado vêm sofrendo redução da vegetação nativa e perda da biodiversidade. Embora, estas áreas perturbadas possam ser exploradas economicamente se feita de modo racional e ordenado (RIBEIRO et al, 2016), já que a produção de mudas nativas do Cerrado, destinadas a implantação de pomares e/ou programas reflorestamento, pode constituir elevado retorno econômico. Contudo, há poucas informações a respeito de técnicas consideradas adequadas ao cultivo de frutíferas do Cerrado em específico a *A. crassiflora*, limitando a expansão de pomares comerciais (DORNELLES et al., 2014).

Atualmente existe, um mercado potencial e emergente voltado para as frutíferas nativas do Cerrado. Neste contexto se insere *A. crassiflora*, que se destaca em função de seus atributos alimentares, por conferir elevado valor nutritivo rico em flavonoides, açúcares, vitamina C, minerais, lipídios, proteínas e carboidratos (BAILÃO et al., 2015). Podendo ser consumido tanto *in natura* ou processado na forma de doces, geleias, sucos, licores, tortas, iogurtes e sorvetes, abrindo novas perspectivas no setor agroindustrial (PIMENTA et al., 2014).

O óleo extraído da casca e semente dos frutos *A. crassiflora*, apresentam importantes moléculas bioativas, envolvidas com as atividades antioxidantes como ácido ascórbico, ácido cafeico, ácido químico, ácido ferúlico, xantoxilina e rutina (ROESLER, 2011), atribuída aos flavonoides e compostos fenólicos (SIQUEIRA et al., 2013). Dessa forma, são utilizados no setor farmacêutico, já que também apresentam

compostos com indicação terapêutica para o tratamento da diarreia, reumatismo e como antitumoral, é cosmético contra infecções do couro cabeludo (VILAR et al., 2008).

1.3 Germinação

As anonáceas normalmente são propagadas via sementes. Porém, uma das principais dificuldades encontradas para obtenção de mudas de *A. crassiflora*, está relacionada com a germinação das sementes (BRAGA FILHO et al., 2014). Por apresentar elevada taxa de dormência morfofisiológica, podendo levar vários dias ou meses para iniciar a germinação, mesmo em condições de viveiro. Isto acontece por causa da imaturidade do embrião, que não está totalmente formado, necessitando de um período para que finalize seu completo desenvolvimento, após a dispersão das sementes. Para que a dormência seja superada, requer tratamentos específicos que regule o equilíbrio hormonal da semente por meio da adição do ácido giberélico para não ocorrer a protrusão de um embrião malformado (TOMAZ et al., 2014).

1.4 Enxertia

Sendo a germinação e o processo de produção de mudas da espécie, até certo ponto complicados ou pouco conhecidos, outras técnicas já foram testadas na literatura, como a enxertia. Método este que consiste na inserção do ramo ou gema de uma planta em outra. De forma que se unam tanto fisiologicamente quanto anatomicamente e cresçam como único indivíduo. Porém as plantas de *A. crassiflora* enxertadas, com espécies do mesmo gênero resultaram em tentativas frustradas, pela falta de material para servir como porta enxerto, resultando na incompatibilidade, por não ocorrer à união bem-sucedida do enxerto com porta enxerto, havendo a rejeição do material genético (ALMEIDA et al., 2014a).

1.5 Estaquia

Além da enxertia também foram realizados testes com estaquia, porém o enraizamento culmina em insucesso, pela pouca reserva nutritiva das estacas. Dessa forma, a qualidade do substrato ou do solo utilizado são os principais fatores a influenciar na produção de mudas pelo método de estaquia (SCALOPPI JUNIOR;

MARTINS, 2014). Sendo umas das muitas razões pela qual espécies frutíferas são propagadas via sementes de forma sexuada, é a dificuldade encontrada em obter o enraizamento (PIMENTEL et al., 2014).

1.6 Exigências nutricionais

O domínio Cerrado tem solos de baixa fertilidade natural, por ter pH ácido e altas concentrações por alumínio (FARIAS et al., 2016). Embora, desenvolva-se naturalmente em solos tropicais, o fornecimento via fertilização mineral com nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e calagem tende a acelerar e potencializar o processo durante a fase de viveiro. Envolvidos na resposta morfofisiológica das plantas varia segundo a alocação, partição e ganho da biomassa, e manifesta-se pelo incremento na massa, volume, comprimento ou área das diferentes estruturas da planta. Culminando com o crescimento e desenvolvimento, resultante do desempenho assimilatório no processo fotossintético (SHABNAM; IQBAL, 2016).

A disponibilidade e demanda nutricional estão entre os fatores que condicionam o bom desenvolvimento das diferentes espécies nativas do Cerrado e/ou florestais. Sendo de extrema importância a aquisição de informações específicas sobre as exigências nutricionais para que sejam atendidas, alcançando níveis adequados em resposta a fertilização. Pois, são importantes para adoção de tecnologias que auxiliem na obtenção de mudas de qualidade. A aplicação deste conhecimento favorece a sobrevivência e crescimento inicial das mudas em fase de viveiro, para posterior transplante das mesmas em campo (DEUNFF; MALAGOLI, 2014).

Os dados do estudo apresentados por Alves et al., (2016) indicam que as características nutricionais das espécies nativas do Cerrado, muitas vezes ressaltam os aspectos relacionados com a baixa fertilidade dos solos ácidos da região sem dar a devida atenção a respostas adaptativas da espécie, um importante indicador da interação da planta com o ambiente em que é submetida. Visto que as concentrações e demanda nutricional do solo são essenciais e devem ser fornecidos em níveis compatíveis às exigências de cada espécie ou cultivar promovendo assim, aumento da produtividade e melhora da qualidade dos frutos produzidos, de acordo com cada estágio de desenvolvimento da planta.

1.7 Função do N, P, K e calagem nas plantas

O nitrogênio (N) é constituinte de vários compostos orgânicos nas plantas, necessário para a síntese de aminoácidos, proteínas e nucleicos, e faz parte das moléculas de clorofila. Participa diretamente de diversos processos morfofisiológicos relacionados com fotossíntese, divisão e alongamento celular. Atua no sistema enzimático, durante o processo de assimilação de CO₂ nos sítios catalíticos da enzima carboxilase RuBP (ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase - Rubisco), enzima-chave na fixação de carbono durante o processo de fotossíntese (MENDES et al., 2013). No solo, a principal fonte de N disponível para as plantas absorverem encontra-se na forma de nitrato ou amônio (ALVES et al., 2015a).

O fósforo (P), é absorvido de 80 a 90% pelas plantas na forma de H₂PO₄⁻ e HPO₄⁻², sendo móvel nos tecidos vegetais. Atua na maioria dos processos metabólicos de enzimas, participa da divisão celular, fotossíntese e respiração (SHABNAM; IQBAL, 2016). Faz parte de vários compostos orgânicos envolvidos na fosforilação de fosfolipídeo, situado na membrana celular (etapa fotoquímica), necessária para a síntese de proteínas como o trifosfato de adenosina – (ATP) e difosfato de adenosina – (ADP) desfosforilado no ciclo de Calvin (fase redutiva do carbono) (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O potássio (K) não têm nenhuma afinidade com outros compostos orgânicos e nem função estrutural na planta. Porém, participa na ativação de grande número de enzimas, como as desidrogenases, oxiredutases, transferases, sintetases, quinases e aldolases. Atua no controle do potencial osmótico celular, manutenção do pH citoplasmático mantendo o equilíbrio eletroquímico da planta, metabolismo de carboidratos, realização da fotossíntese e respiração (SOUSA et al., 2014).

A prática da calagem, quando o calcário é aplicado no solo aumenta a saturação por base e a solubilidade de nutrientes que são requeridos pelas plantas, ajuda na correção da acidez deixando os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) dentro do recomendado (ROZANE; NATALE, 2014). O Ca destaca-se como componente da parede celular. O Mg é constituinte das moléculas de clorofila, ativador de enzimas (descarboxilase) e promotor do desenvolvimento radicular (SANTIN et al., 2013).

Tem sido registrado, por diversos autores respostas positivas da aplicação de N, P, K e calagem para várias espécies florestais e nativas do Cerrado, como a macaúba (*Acrocomia aculeata*) (PIMENTEL et al., 2016), jatobá – do – cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) (ALVES et al., 2015b), cedro-australiano (*Toona ciliata*) (BRAGA;

FURTINI NETO; OLIVEIRA, 2015), barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*) (CARNEVALI et al., 2016), eucalipto (*eucalyptus*) (ROCHA et al., 2013; TNG et al., 2014), pitaia (*Hylocereus undatus*) (ALMEIDA et al., 2014b), teca (*Tectona grandis*) (FAVARE; GUERRINI; BACKES, 2012), araçá-boi (*Eugenia stipitata*) (MACEDO; TEIXEIRA, 2012), fedegoso (*Senna macranthera*) (SOUZA et al., 2010; CRUZ et al., 2010 e 2011).

Conforme exposto, visando o estabelecimento de mudas sadias com sistema radicular desenvolvido e vigor durante a fase de viveiro. E também para suprir falta de informações sobre o domínio de adubos e adubações, a respeito de técnicas que sejam consideradas adequadas em relação às necessidades nutricionais, bem como sua influência. A tolerância à baixas fertilidades do solo, não elimina a possibilidade de resposta das espécies nativas à fertilização, tornando essa técnica importante estratégia no sucesso da produção de mudas de *Annona crassiflora*. Sendo possível adotar um sistema de produção que engloba recursos que proporcionam qualidade efetiva para produtores da região na busca de uma nova opção para o cultivo.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. F. P.; GOMES, S. M.; VASCONCELOS, R. G.; YAMANISHI, O. K.; ALENCAR, C. M. Anatomy and Histochemistry of Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) on Three Annonaceae Rootstocks. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n. 1, p. 2440 – 2447, 2014a.

ALMEIDA, E. I. I.B.; CORRÊA, M. C. M.; CRISOSTOMO, L. A.; ARAÚJO, N. A.; SILVA, J. C. V. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1018-1027, 2014b.

ALVES, J. M.; LEANDRO, W. M.; NETO, S. A. S. O.; LEÃO, A. K. M.; ALVES, C. C. F.; SOUCHIE, E. L. Effect of base saturation and nitrogen dose on cultivation of crambe. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 1, p. 14 – 22, 2015a.

ALVES, J. D. N.; SOUZA, F. C. A.; OLIVEIRA, M. L.; OLIVEIRA, M. C. M. A.; KUMURA, R. S. Fontes de fósforo no crescimento inicial de mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 299 – 307, 2015b.

ALVES, L. R.; OLIVEIRA, R. J.; COIMBRA, R. R.; FERREIRA, W. M. Crescimento inicial de *Parkia platycephala* (Benth.) e *Enterolobium timbouva* (Mart.) sob condições de campo numa área de Cerrado. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 154 – 64, 2016.

BAILÃO, E. F. L. C.; DEVILLA, I. A.; CONCEIÇÃO, E. C.; BORGES, L. L. Bioactive Compounds Found in Brazilian Cerrado Fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 1, p. 23760-23783, 2015.

BRAGA, M. M.; FURTINI NETO, A. E.; OLIVEIRA, A. H. Influência da saturação por bases na qualidade e crescimento de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 49-58, 2015.

BRAGA FILHO; J. R.; NAVES, R. V.; CHAVES; L. J.; SOUZA, E. R. B.; MAZON, L. T.; SILVA, L. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do cerrado de goiás. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 74 – 81, 2014.

BOTREL, D. A.; RODRIGUES, I. C. B.; SOUZA, H. J. B.; FERNANDES, R. V. B. Application of inulin in thin-layer drying process of araticum (*Annona crassiflora*) pulp. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, n. 1, p. 32-39, 2016.

CARNEVALI, N. H. S.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D. Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 449 – 461, 2016.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; CUNHA, A. C. M. C. M. Resposta de mudas de *Senna macranthera* (dc. Ex collad.) H.s. Irwin & barnaby (fedegoso) cultivadas em Latossolo Vermelho- Amarelo distrófico a macronutrientes. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 13 – 24, 2010.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 63 – 76, 2011.

DORNELLES, P. SILVA, F. G.; MOTA, C. S.; SANTANA, J. G. Production and quality OF *Anacardium othonianum* Rizz. seedlings grown in different substrates. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 479 – 486, 2014.

DEUNFF, E. L.; MALAGOLI, P. Breaking conceptual locks in modelling root absorption of nutrients: reopening the thermodynamic viewpoint of ion transport across the root. **Annals of Botany**, v. 114, n. 1, p. 1555 – 1570, 2014.

FARIAS, S. C. C.; SILVA JÚNIOR, M. L.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, P. G.; MELO, V. S.; COSTA, A. R.; SOUZA JÚNIOR, J. C. Phosphorus Forms in Ultisol Submitted to Burning and Trituration of Vegetation in Eastern Amazon. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, n. 1, p. 1 – 20, 2016.

FAVARE, L. G.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C. Níveis crescentes de saturação por bases e desenvolvimento inicial de teca em um latossolo de textura média. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 693 – 702, 2012.

GUARNIZO, C. E.; WERNECK, F. P.; GIUGLIANO, L. G.; SANTOS, M. G.; FENKER, J.; SOUSA, L.; D'ANGIOLELLA, A. B.; SANTOS, A. R.; STRÜSSMANN, C.; RODRIGUES, M.; DORADO-RODRIGUES, T. F.; TONY GAMBLE, T.; COLLI, G. R. Cryptic lineages and diversification of an endemic anole lizard (Squamata, Dactyloidae) of the Cerrado hotspot. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 94, Parte A, p. 279 – 289, 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa – SP, Editora Plantarum, 2002, 385p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, v. 1, 1998, 260p.

LORENZI, H.; SARTORI, S., BACHER, L. B., LACERDA, M. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da flora, 2006, 686p

MACEDO, S. T.; TEIXEIRA, P. C. Calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 3, p. 405 – 412, 2012.

MENDES, K. R.; MARENCO, R. A.; MAGALHÃES, N. S. Crescimento e eficiência fotossintética de uso do nitrogênio e fósforo em espécies florestais da Amazônia na fase juvenil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p.707 – 716, 2013.

PIMENTA, A. C.; SILVA, P. S. R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Caracterização de plantas e de frutos de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) nativos no cerrado matogrossense. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 892-899, 2014.

PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H.; MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; MARTINEZ, H. E. P. Substrate, lime, phosphorus and topdress fertilization in macaw palm seedling production. **Revista Árvore**, v. 40, n. 2, p. 235 – 244, 2016.

PIMENTEL, U. V.; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, J. C.; CAVALLARI, L. L. Nutrição do porta-enxerto ‘flying dragon’. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 495 – 502, 2014.

RIBEIRO, P. C.; LEMOS-FILHO, J. P.; BUZATTI, R. O.; LOVATO, M. B.; HEUERTZ, M. Species-specific phylogeographical patterns and Pleistocene east–west divergence in *Annona* (Annonaceae) in the Brazilian Cerrado. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 21 – 36, 2016.

ROESLER, R. Effect of extracts from araticum (*Annona crassiflora*) on CCl₄- induced liver damage in rats. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n.1, p.93-100, 2011.

ROCHA, J. H. T.; PIETRO, M. R.; BORELLI, K.; BACKES, C.; NEVES, M. B. produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **Cerne**, v. 19, n. 4, p. 535 – 543, 2013.

ROZANE, D. E.; NATALE, W. Calagem, adubação e nutrição mineral de anonáceas. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, edição especial, e., p. 166 – 175, 2014.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; KASEKER, J. F.; BASTOS, M. C.; REISSMANN, C. B.; WENDLING, I.; BARROS, N. F. Nutrição e crescimento da erva-mate submetida à calagem. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 55 – 66, 2013.

SIQUEIRA, E. M. A.; ROSA, F. R.; FUSTINONI, A. M.; SANT’ANA, L. P.; ARRUDA, S. F. Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content

and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple. **Brazilian Fruits Have Antioxidant Power**, v. 8, n. 8, p. 1 – 8, 2013.

SOUZA, P. H.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, L. S. Crescimento e qualidade de mudas de *Senna macranthera* (Dc. Ex Collad.) Irwin et Barn. em resposta à calagem. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 233 – 240, 2010.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; PEREIRA, E. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MARINHO, A. B.; AZEVEDO, B. M. Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral Cearense. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 1 – 6, 2014.

SCALOPPI JUNIOR, E. J.; MARTINS, A. B. G. Estaquia em anonas. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, edição especial, p. 147 – 156, 2014.

SHABNAM, R.; IQBAL, M. T. Understanding phosphorus dynamics on wheat plant under split-root system in alkaline soil. **Brazilian Journal of Science and Technology**, v. 3, n. 19, p.1 – 16, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. v. 3, 5 ed. Porta Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TNG, D. Y. P.; JANOS, D. P.; JORDAN, G. J.; WEBER, E.; BOWMAN, D. M. J. S. Phosphorus limits *Eucalyptus grandis* seedling growth in an unburnt rain forest soil. **Frontiers in Plant Science** v. 5, n. 1, p. 1 – 11, 2014.

TOMAZ, Z. F. P.; SCHUCH, M. W.; PEIL, R. M. N.; TIMM, C. R. F. Desenvolvimento de porta – enxertos de pessegueiro obtidos de miniestacas, em duas épocas, e sistema de cultivo sem solo. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 988-995, 2014.

VALADARES, S. V.; SILVA, L. F.; VALADARES, R. V.; FERNANDES, L. A.; NEVES, J. C. L.; Sampaio, R. A. Plasticidade fenotípica e frações fosfatadas em espécies florestais como resposta à aplicação de fósforo. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 225 – 232, 2015.

VILAR, J. B.; FERREIRA, F. L.; FERRI, P. H.; GUILLO, L. A.; CHEN, L. C. Assessment of the mutagenic, antimutagenic and cytotoxic activities of ethanolic extract of araticum (*Annona crassiflora* Mart. 1841) by micronucleus test in mice. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 1, p. 141-147, 2008.

3. OBJETIVO

Objetivou-se com este estudo avaliar as respostas morfológicas de *Annona crassiflora* Mart. identificando a eficiência de utilização da adição de doses de nitrogênio, fósforo e potássio e dos efeitos da elevação da saturação por bases.

CAPÍTULO I

Mudas de *Annona crassiflora* Mart. (Annonaceae) submetidas a diferentes doses de fósforo e calcário

(Normas de acordo com a revista Cerne)

RESUMO

Em virtude do pouco conhecimento sobre os efeitos de adubação com fósforo (P) e calcário (cálcio – Ca e magnésio – Mg) no crescimento de *Annona crassiflora*. Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito da adubação fosfatada e saturação por bases durante a produção de mudas *A. crassiflora* e assim fornecer informações que subsidiem a exploração de técnicas que sejam consideradas adequadas ao cultivo dessa frutífera do Cerrado. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x4, com 16 tratamentos, 4 repetições. As doses de calcário para elevação do “V” a: 12 % (natural), 25 %, 50 % e 75 % e 4 doses de P (0, 100, 200 e 400 mg dm⁻³). As sementes de *A. crassiflora*, foram dispostas em uma sementeira até a germinação, transferidas para vasos com capacidade de 5 kg, contendo 3,5 kg Latossolo Vermelho distrófico como substrato. Certificando e registrando altura da planta, diâmetro do caule, massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz, IQD,

H/D, R/PA, análise nutricional, eficiência de absorção, translocação e utilização. Em que o aumento dos níveis de saturação por bases e das doses de fósforo, promoveu efeito significativo tanto para as variáveis biométricas e de biomassa, assim como no acúmulo de Ca, Mg e P, o que é um bom indicador morfológico da qualidade de mudas de *Annona crassiflora*. Diante dos resultados, conclui-se que a recomendação em termos de saturação por bases é de 75% e 400 mg dm⁻³ de P.

Palavras-chave: cerrado, saturação por base, marolo.

ABSTRACT

Due to the lack of knowledge on the effects of fertilization with phosphorus (P) and limestone (calcium - Ca and magnesium - Mg) on the growth of *Annona crassiflora*. The objective of this study was to evaluate the effect of phosphate fertilization and base saturation during the production of *A. crassiflora* seedlings and thus provide information that supports the exploration of techniques that are considered adequate for the cultivation of this fruit of the Cerrado. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 4x4 factorial scheme, with 16 treatments, 4 replicates. The doses of limestone for "V" elevation were: 12% (natural), 25 %, 50 % and 75 % and 4 doses of P (0, 100, 200 and 400 mg dm⁻³). The seeds of *A. crassiflora* were arranged in a sowing till germination, transferred to pots with capacity of 5 kg, containing 3.5 kg of dystrophic Red Latosol as substrate. There were certified and registered plant height, stem diameter, total dry mass, dry shoot mass, root dry mass, IQD, H / D, R / PA, nutritional analysis as well as absorption, translocation and use efficiency. The increase of the saturation levels by bases and the doses of phosphorus promoted a significant effect for the biometric and biomass variables, as well as for the accumulation of Ca, Mg and P, which is a good morphological indicator of seedling quality of *Annona crassiflora*. Considering the results, it is concluded that the recommendation in terms of base saturation is 75% and 400 mg dm⁻³ of P.

Key words: closed, saturation by base, marolo

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior domínio do Brasil, concentrando grande número de espécies endêmicas, considerado como um dos maiores “Hotspots” mundiais (GUARNIZO et al., 2016). Dentre as frutíferas nativas do Cerrado brasileiro, destaca-se a *Annona crassiflora* Mart., da família Annonaceae, popularmente conhecida por marolo ou araticum (LORENZI, 2002; BOTREL et al., 2016).

As frutíferas do Cerrado geralmente têm grande potencial como fonte de alimentos, sendo importante modificador socioeconômico das populações nativas, a cargo da exploração extrativista (VALADARES et al., 2015). São também utilizadas na medicina popular, no tratamento da diarreia como antitumoral, visto que apresentam compostos com indicação terapêutica e cosmética contra infecções do couro cabeludo (BAILÃO et al., 2015). Porém, por causa das mudanças na política do código florestal (BRASIL, 2012), aumentou o interesse na utilização de espécies nativas com finalidades conservacionistas na recuperação de áreas degradadas, através de programas de reflorestamento, implantação de pomares comerciais ou por interesse por parte de pesquisadores (PIMENTA et al., 2013).

Os solos do Cerrado brasileiro, exibem baixa disponibilidade nutricional, elevada acidez e alta concentração de alumínio, podendo inibir e dificultar a absorção de diversos nutrientes (FARIAS et al., 2016). Várias propriedades do solo podem afetar a adsorção/fixação de fósforo (P), como teor de matéria orgânica e presença de ânions. Os atributos químicos e físicos do solo, podem bloquear ou competir com os sítios de troca, formando complexos que se precipitam na forma de “fosfato de alumínio”, ficando indisponível para as plantas. O fósforo no solo é um elemento muito reativo que pode formar compostos estáveis de alta energia de ligação com coloides (ROGERI et al., 2016).

Enquanto a calagem eleva o potencial hidrogeniônico (pH), índice que indica o grau de acidez no perfil do solo, neutraliza o Al^{3+} tóxico, adiciona Ca^{2+} e Mg^{2+} aumentando a saturação por bases. Proporcionando condições favoráveis ao crescimento das raízes e absorção de água mais nutrientes, além de ser a maneira mais eficiente para aumentar a disponibilidade nutricional do solo que são requeridos pelas plantas (ZANDONÁ et al., 2015).

Quanto a dinâmica do P, que são recrutados para a formação de uma estrutura ou outra, resultante do desempenho assimilatório. Alterando segundo alocação e

acúmulo de biomassa, que pode manifestar pelo incremento em massa, volume, comprimento ou área (LI et al., 2016). Em que, as plantas absorvem de 80 a 90 % do P na forma de H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , nutriente móvel nos tecidos vegetais. Atuando na maioria dos processos metabólicos de enzimas como os ácidos nucleicos, fotossíntese e respiração, além de participar da divisão celular. Faz parte de vários compostos orgânicos envolvidos na fosforilação de fosfolípídeo, situada na membrana celular, necessária para a síntese de proteínas como o trifosfato de adenosina – (ATP) e o difosfato de adenosina – (ADP) desfosforilado no ciclo de Calvin (SHABNAM; IQBAL, 2016). Há aumento na produção de fotoassimilados para as plantas, estimulando o desenvolvimento da parte aérea, sistema radicular e florescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013). O cálcio (Ca) destaca-se como componente da parede celular e o magnésio (Mg) participa na ativação enzimática, constituinte da molécula de clorofila (SANTIN et al., 2013).

Sabendo da importância de estudar o P, Ca e Mg no crescimento inicial das plantas nativas do Cerrado. No caso da *A. crassiflora*, pouco se conhece sobre sua plasticidade fenotípica, bem como a resposta desta espécie a calagem e adubação fosfatada. Embora, desenvolva-se naturalmente em solos tropicais, que têm baixa fertilidade natural, não elimina a possibilidade de resposta à fertilização.

Mediante ao exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da saturação por bases, adubação fosfatada na formação de mudas de marolo (*Annona crassiflora*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo e condições de cultivo

O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada no laboratório de Hidráulica e Irrigação, pertencente ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

As sementes foram obtidas de frutos coletados no município de Felixlândia – MG, provenientes de árvores reprodutivas e de boa conformação, de remanescentes de áreas de Cerrado. Em seguida foram dispostas em sementeira, no viveiro do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, cujas as medidas correspondem 5 m de largura por 3 m comprimento, utilizando substrato areia com uma camada inferior de brita. E sobre as sementes foram acrescentadas acima, casca de arroz carbonizada e uma camada do

substrato comercial Bioplant[®]. Permaneceram por um período de um ano nessas condições, por terem dormência morfo-fisiológica. Em seguida foram retiradas da sementeira e imersas em solução de ácido giberélico (GA₃), a 500 ppm, por 24 horas em temperatura ambiente para completar a embebição, lavadas em seguida com água destilada e hipoclorito, e postas em vermiculita, até a germinação, segundo a metodologia modificada de Braga Filho (2014).

Após a protrusão da radícula foi feito o transplântio das sementes pré-germinadas, para vaso com 3,5 Kg de solo, peneirado em malha de 5mm. Mantendo irrigação, a 60% da capacidade de campo (CC), baseado no cálculo de índice de vazios (e) e a relação entre o volume de vazios (Vv) sobre volume de sólidos (Vs), conforme a fórmula proposta pela Associação Internacional de Geologia de Engenharia (IAEG, 1979).

O solo utilizado é classificado em Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (EMBRAPA, 2006), coletado de área de Mata Nativa do IF Goiano, localizado no município de Rio Verde, GO. Sendo retirado amostras de solo em 5 pontos diferentes na camada de 0 a 20 cm de profundidade, representando uma amostra composta, para caracterização químicas e físicas do solo (EMBRAPA, 2009).

De acordo com a análise química do solo (Tabela 1), a saturação por bases do solo natural, encontrava-se entorno de 12 %, os teores de cálcio e magnésio abaixo do recomendado, sendo realizado a elevação da saturação por bases conforme os tratamentos. Tendo em vista a elevação do pH do solo próximo a 4,3 e atribuída da reação de correção do solo.

TABELA 1 – Caracterização química do solo utilizada para instalação do experimento.

Ca+Mg	K	Ca	CTC	Mg	Al	H+Al	V	m	M.O	K	P(Mel)	pH	
.....cmolc		dm ⁻³%	mg dm ⁻³ ...		Ca Cl₂
0,5	0,113	0,4	5,11	0,1	0,30	4,5	12	33	2,7	44	6	4,3	
Ca/CTC	Mg/CTC	(H+Al)/CTC		K/CTC		Na	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn	
.....%		mg dm ⁻³						
7,8	2,0	88,2		2,2		1	6	0,2	26	18	33,9	0,2	

Ca+Mg: cálcio mais magnésio; K: potássio; Ca: cálcio; CTC: capacidade de troca catiônica; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+Al: hidrogênio mais alumínio; V: saturação de bases; m: saturação por alumínio; M.O: matéria orgânica; P: fósforo; Na: sódio; S: enxofre; B: boro; Fe: ferro; Mn: manganês; Cu: cobre; Zn: zinco.

Para análise física do solo, envolveu a determinação granulométrica de terra fina seca ao ar (TFSA), pelo método da pipeta. Para isto, foi utilizando 25 g de TFSA acondicionando em estufa a 105 °C durante 24 horas. Após pesou-se 10 g de terra fina seca em estufa (TFSE) e adicionou 10 mL de NaOH 1 N, deixando em repouso por 12 horas. Em seguida foi feita a determinação da velocidade de sedimentação das partículas (EMBRAPA, 1997), que continham 50 % de argila, 18 % de silte e 32 % de areia.

2.2 Doses de fósforo e calcário

As doses de calcário foram calculadas pelo método da saturação por bases, segundo fórmula proposta por Raij (1981). Os corretivos utilizados foram uma mistura de carbonato de cálcio (CaCO_3) e carbonato de magnésio (MgCO_3), na proporção de 4:1, incorporada de forma individual ao volume de solo de cada vaso.

$$\text{NC (t/ha)} = \text{CTC} \times (\text{V2} - \text{V1})/100$$

Em que:

NC = necessidade de calagem (toneladas/hectare);

CTC = Capacidade de troca catiônica a pH 7,0;

V2 = porcentagem de saturação por bases desejada;

V1 = porcentagem de saturação por bases do solo, conforme análise.

Os tratamentos e quantidade de calcário utilizados foram: 12 % - natural (0 CaCO_3 e 0 MgCO_3), 25 % (0,9664 CaCO_3 e 0,203 MgCO_3), 50 % (2,4334 CaCO_3 e 0,5112 MgCO_3), 75 % (3,8834 CaCO_3 e 0,8158 MgCO_3) por g/vaso.

Quanto as doses de fósforo, estas foram fornecidas na forma de fosfato monoamônico (MAP) e a adubação nitrogenada básica calculadas de acordo com elemento faltante para não desbalancear os tratamentos de P, com a quantidade de ureia, para o volume de solo de cada vaso (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos e quantidades de MAP e ureia utilizadas em cada tratamento.

Tratamento (mg dm⁻³)	Doses de P (MAP) (g/vaso)	Doses de N (Ureia) (g/vaso)
0	0	2,1450
100	1,8548	1,6606
200	3,7097	1,1762
400	7,4193	0,2076

A fertilização completa consistiu de N=100 mg.kg⁻¹, P=300 mg.kg⁻¹, K=100 mg.kg⁻¹, Ca=200 mg.kg⁻¹, Mg=60 mg.kg⁻¹, S=40 mg.kg⁻¹, Cu=1,5 mg.kg⁻¹, B=0,5 mg.kg⁻¹, Zn=0,5 mg.kg⁻¹ (CARLOS et al., 2014).

2.3 Coletas destrutivas e características avaliadas

O experimento teve duração de 7 meses, durante o experimento avaliou-se mensalmente altura de planta, expressa em (cm), considerando o comprimento da haste principal do coleto até o ápice da planta, diâmetro do caule, mensurado com paquímetro digital, em (mm) e número de folhas totalmente expandidas.

Após o termino da fase de viveiro, as mudas foram retiradas dos vasos, lavadas em água destilada para retirar todos os resíduos do substrato e separadas em caule, folhas e raízes, sendo secas em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir peso constante. A massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), obtido pelo somatório da matéria seca das plantas, expressa em g parcela⁻¹, segundo Hunt (1990). A relação altura/ diâmetro (H/D), raiz/parte aérea (R/PA), índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado conforme a fórmula, proposta abaixo (DICKSON et al., 1960).

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST}}{(\text{H/D}) + (\text{MSPA/MSR})}$$

2.4 Teor Nutricional das mudas

Para a quantificação dos teores de cálcio, magnésio e fósforo, moído em moinho tipo Wiley, foram coletado 0,3 g do material vegetal seco da biomassa das folhas, caule e raiz, calcinado em mufla e extraído por digestão seca. A determinação do P foi por espectrofotômetro, enquanto o Ca e Mg via absorção atômica, segundo a metodologia da EMBRAPA (2009).

2.5 Eficiência Nutricional

A eficiência nutricional de cada nutriente foi avaliada por meio dos cálculos dos valores da eficiência de absorção (EA) (SWIADER et al., 1994), translocação (ET) (LI et al., 1991) e de utilização (EU) (SIDDIQUI; GLASS, 1981), calculadas, de acordo com as equações:

$$EA = \frac{\text{Conteúdo de nutriente (parte aérea e raiz) (mg)}}{\text{Matéria seca da raiz (g)}}$$

$$ET = \frac{(\text{Conteúdo do nutriente na parte aérea (mg)})^2}{\text{Conteúdo total de nutrientes (g)}}$$

$$EU = \frac{(\text{Matéria seca total produzida (g)})^2}{\text{Conteúdo nutrientes na planta (mg)}}$$

2.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial com 16 tratamentos, composto pela combinação de (4 doses de calcário e 4 doses de fósforo) e 4 repetições, perfazendo o totalizando 64 unidades experimentais.

2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, homogeneidade dos erros, análise de variância ao nível de significância α ($p < 0,05$) de probabilidade empregando análise de regressão, em função das doses de calcário, dentro de cada dose de P. Para isso foi utilizado o programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS

3.1 Variáveis biométricas

Para as variáveis estudadas, altura, diâmetro do caule, número de folhas, matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), relação altura/ diâmetro (H/D), raiz/parte aérea (R/PA) e índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) ocorreu efeito significativo do aumento dos níveis de saturação por bases e das doses de fósforo. Quanto a interação entre os dois fatores avaliados não se observou efeito significativo.

Com aumento da saturação de bases no solo até 75 %, promoveu um ajuste linear crescente para as variáveis, altura, diâmetro do caule e número de folhas, apresentando valores de 15,38 cm, 9,90 mm e 6,05 folhas respectivamente (Figura 1 A). Para as doses de fósforo, em função dos mesmos parâmetros avaliados também se observou ajuste linear, com aumento de 14,81 cm, 6,89 mm e 5,06 folhas, expressando o máximo potencial de crescimento da espécie (Figura 1B).

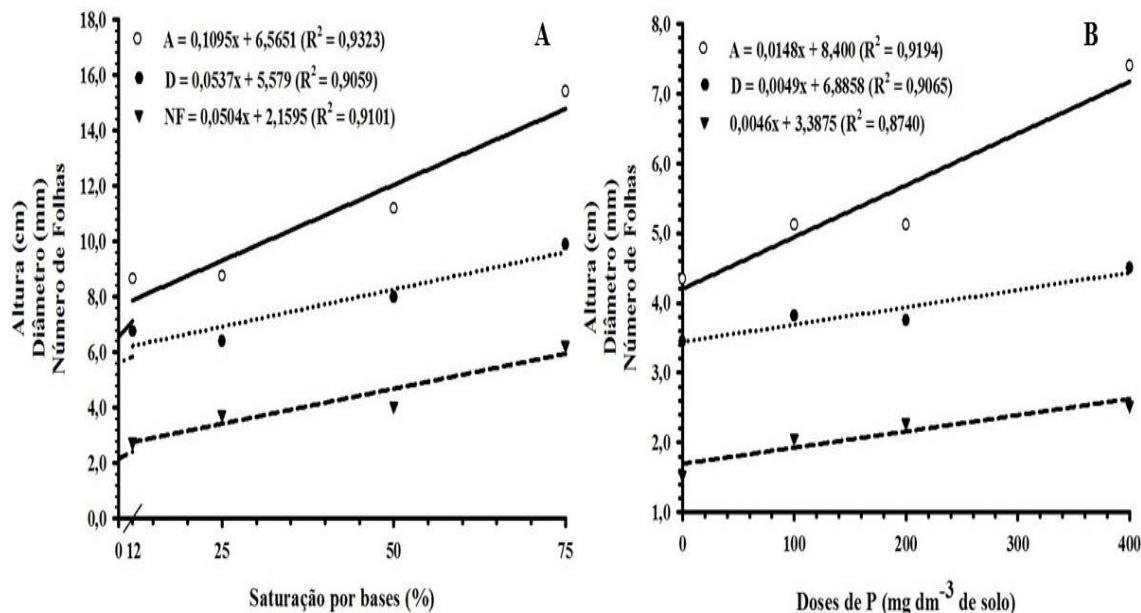


Figura 1. Altura de planta (A), diâmetro do caule (D), número de folhas (NF) de *A. crassiflora* em resposta à saturação por bases (A) e adubação fosfatada (B).

Considerando o ponto de máxima produção de massa de matéria seca da parte aérea, raiz e total, estes foram obtidos nos maiores níveis de saturação por bases, afetado o crescimento de modo similar, ajustando-se aos dados a equação linear (Figura

2 A). Em relação as doses de P, houve aumento do acúmulo de biomassa nas plantas, de forma exponencial, apresentando comportamento linear crescente, sendo encontra a melhor resposta na maior dosagem (400mg dm^{-3}), figura 2B.

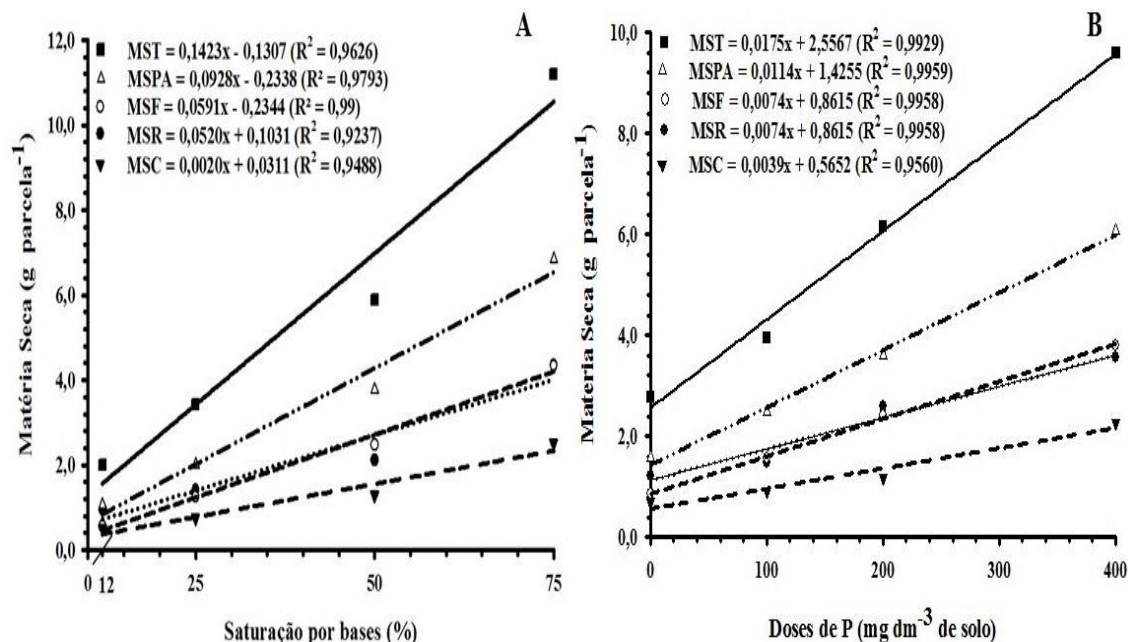


Figura 2. Massa seca total (MST), parte aérea (MSPA), folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), submetidas à diferentes níveis de saturação por bases (A) e de doses de adubação fosfatada (B) de plantas de *A. crassiflora*.

3.2 Qualidade das mudas de *A. crassiflora*

A razão altura/diâmetro (H/D) e índice de qualidade de DICKSON (IQD), demonstraram comportamentos semelhantes de crescimento, tanto nas plantas submetidas aos diferentes teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e quanto as doses de P, respondendo a equação polinomial de primeira ordem representou, significativamente, os dados ($p < 0,05$), a aplicação dos tratamentos, exceto relação raiz/parte aérea (R/PA) que apresentou comportamento quadrático, conforme a (Figura 3).

O maior IQD e H/D foi obtido na dose 400 mg dm^{-3} de P e saturação por bases próximo dos 75 % proporcionou o melhor crescimento e qualidade de mudas. Em contrapartida, à medida em que houve o aumento da saturação por base e adubação fosfatada diminuía a relação R/PA. Isso pode ser explicado pelo mecanismo de adaptação da espécie a solos ácidos, em que os teores de P, Ca e Mg disponíveis no solo são suficientes para a planta coordenar o crescimento nas fases iniciais de desenvolvimento, pois são organismos extremamente complexos e dinâmicos.

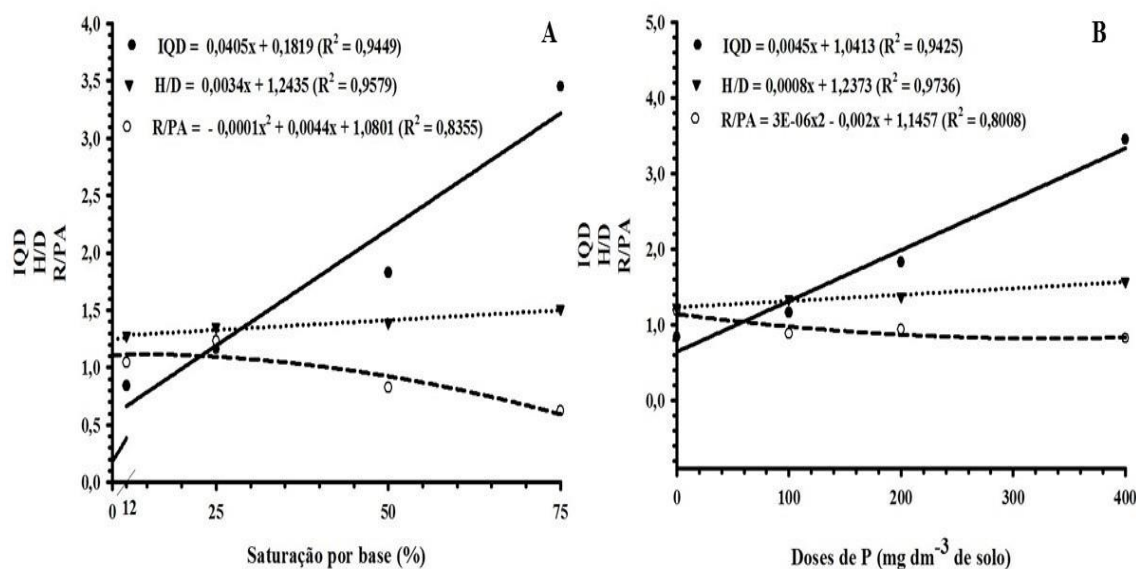


Figura 3. Índice de qualidade de Dickson (IQD), razão altura/diâmetro do coleto (H/D) e relação raiz/parte aérea (R/PA), de mudas de *A. crassiflora*, sob porcentagem de saturação por bases (A) e diferentes doses de adubação fosfatada (B).

3.3 Teores de Ca, Mg e P

Para o teor de cálcio (Ca) em relação à massa seca do tecido, contidos nas folhas, caule e raiz por muda, ocorreu diferença significativa, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 4).

Verificou-se que o máximo conteúdo de Ca, exportado as diferentes partes da planta (folha, caule e raiz), foi alcançado quando a saturação por bases do substrato estava a 75%. No entanto, a distribuição do teor de Ca na parte aérea seguiu a mesma tendência em relação ao sistema radicular. Comparando-se os teores obtidos no tratamento do P, nota-se que a medida em que há aumento das doses de P aumenta o teor de cálcio na raiz e diminui na parte aérea.

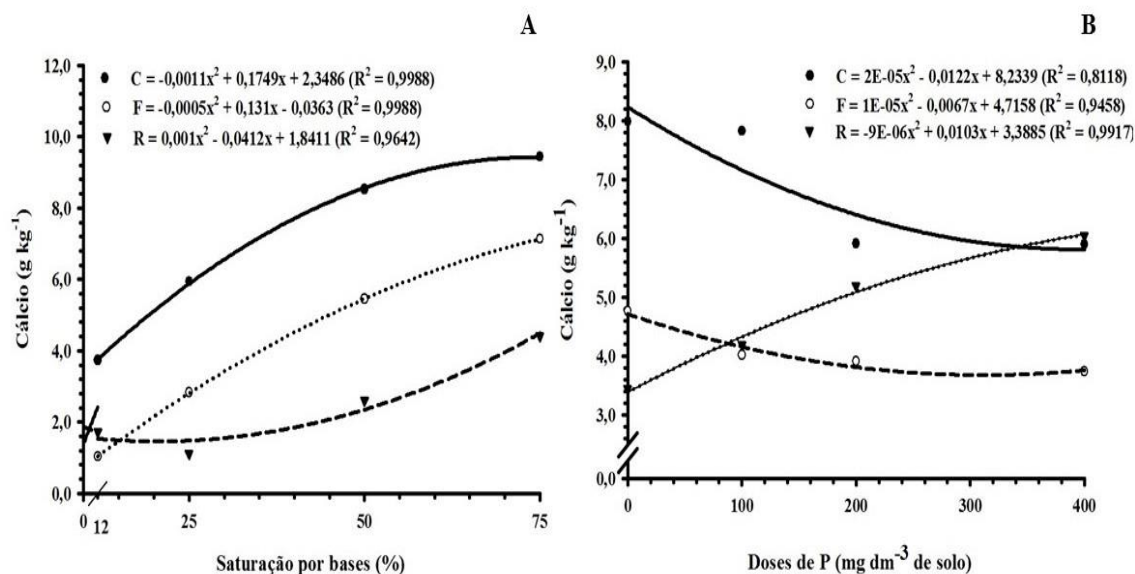


Figura 4. Teor de cálcio contido nas folhas, caule e raiz de mudas de *A. crassiflora*, em função dos níveis de saturação por base (A) e de dose de P (B).

Verificou-se resposta positiva, para o teor de magnésio (Mg) nas plantas de *A. crassiflora*, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão, exceto para o caule em função das doses de fósforo, não observou efeito significativo (Figura 5).

Com aumento da saturação por bases, a raiz e caule foram os órgãos que alocaram a maior quantidade de Mg a 75 %. Enquanto para as amostras de folhas foi obtido maior teor tecidual na dose estimada em 29,83 %. Em termos comparativos conforme o aumento da adubação fosfatada reduz o teor de Mg nas folhas e no sistema radicular.

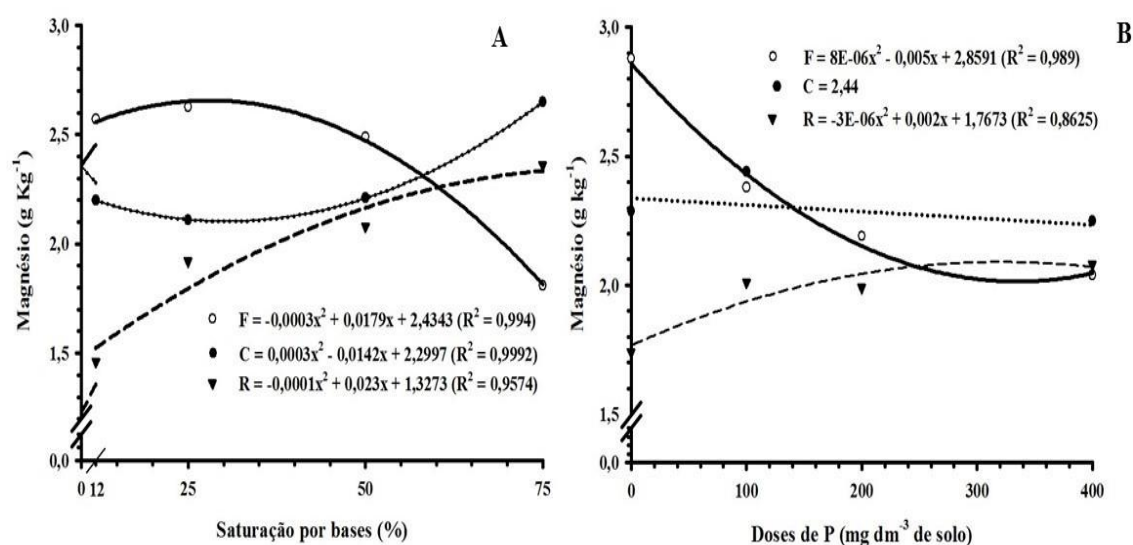


Figura 5. Teor de magnésio contido nas folhas, caule e raiz de mudas de *A. crassiflora*, em função dos níveis de saturação por base (A) e de dose de P (B).

Quanto ao teor de P nas amostras de folha, caule e raiz das mudas de *A. crassiflora*, para os tratamentos com calagem e P, foram ajustados ao modelo quadrática, de 2º grau (Figura 6).

No entanto, para o tratamento da calagem, pode-se perceber que o maior nível de saturação por base, foi obtido a 75 %. Sendo assim, as doses de fósforo que permitiram maior incremento, nas raízes foram conseguidos mediante a aplicação da maior dose. Já para parte aérea teve aumento gradativo até a dose estimada de 283,33 mg dm⁻³ nas folhas e 270 mg dm⁻³ no caule. E, a partir dessas doses observou-se decréscimo com o aumento da adubação fosfatada. Isto sugere que as plantas de *A. crassiflora*, são eficientes na utilização do fósforo, em condições de baixa disponibilidade deste elemento, indicando que quantidades excessivas podem causar toxidez reduzindo o crescimento (produtividade).

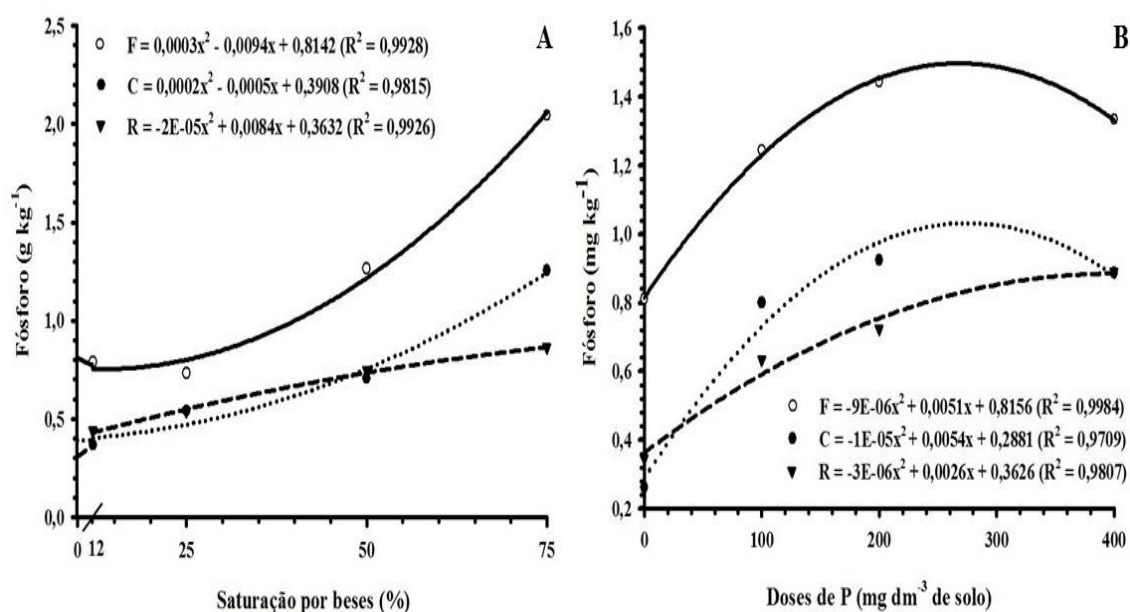


Figura 6. Teor de fósforo em folhas, caule e raiz de mudas de *A. crassiflora*, em função dos níveis de saturação por base (A) e de dose de P (B).

3.4 Eficiência nutricional

Ao analisar a eficiência nutricional do P e Ca das plantas de *A. crassiflora*, observou-se que os tratamentos diferiram significativamente à ($p < 0,05$) entre as variáveis estudadas, ajustando os dados a equação de segundo grau (Figura 6).

Em relação a máxima eficiência de absorção (EA) de Ca, foi alcançada na dose estimada de 43,64% enquanto a adubação fosfata mostrou ser mais eficientes na dose de

191, 66 mg dm⁻³. Nota-se que o maior índice da eficiência de utilização (EU) do P, ocorreu na dose de 335 mg dm⁻³. Comparando-se com a eficiência de translocação (ET) dos macronutrientes, conforme os tratamentos de P, foram alcançados na dose de 400 mg dm⁻³. Contudo a máxima eficiência de utilização e transporte de Ca, manteve-se constante independente dos níveis de saturação por base. As causas disso residem nas diferenças de capacidade de absorção, transporte e utilização dos nutrientes. Esses fatores estão associados a características morfofisiológicas da planta em resposta as diferentes doses de P e calagem aplicados no solo.

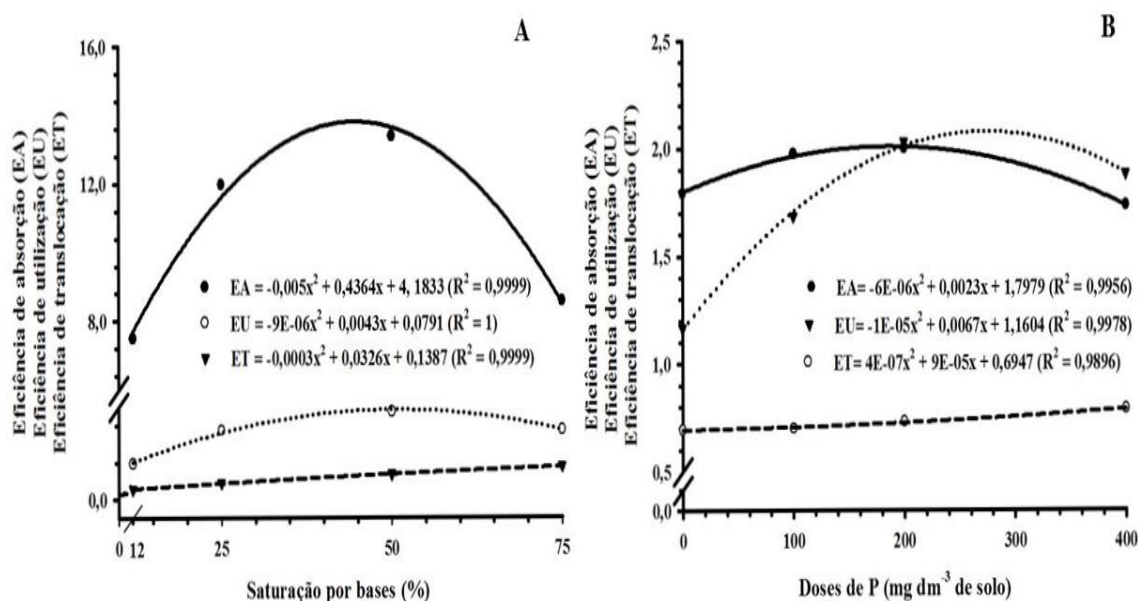


Figura 7. Eficiência de alocação, utilização e translocação das mudas de *A. crassiflora*, em função do Ca x níveis de saturação por base (A) e P x dose de P (B).

4. DISCUSSÃO

4.1 Variáveis biométricas vinculadas a adubação

A adubação fosfatada tem sido registrada por diversos autores, por ter resposta positiva, tanto para variáveis biométricas, como no incremento de biomassa, afetando significativamente a morfologia da planta, favorecendo o crescimento de espécie florestais e nativas do Cerrado, como macaúba (*Acrocomia aculeata*) (PIMENTEL et al., 2016); barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) (CARNEVALI et al., 2016); jatobá – do – cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) (ALVES et al., 2015); pereira (*Pyrus communis* L.) (BRUNETTO et al., 2015); gonçalo - alves (*Astronium fraxinifolium*),

acácia-australiana (*Acacia mangium*), (VALADARES et al., 2015); eucalipto (*Eucalyptus*) (ROCHA et al., 2013; TNG et al., 2014); Jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) (GONÇALVES et al., 2014; CARLOS et al., 2015).

Com o aumento do nível de saturação por bases influenciando de forma positiva o crescimento e qualidade das mudas de *A. crassiflora*, resultados como deste estudo também foram encontrados para outras espécies como *Pinus taeda* (BATISTA et al., 2015), *Toona ciliata* M. Roem var. *australis* (BRAGA et al., 2015), *Fagus sylvatica* (FOREY et al., 2015), *Juglans regia*, *Robinia pseudoacacia*, *Eucalyptus* (CHATZISTATHIS et al., 2015), *Ilex paraguariensis* (SANTIN et al., 2013), *Tectona grandis* (FAVARE et al., 2012), *Eugenia stipitata* (MACEDO; TEIXEIRA, 2012), *Senna macranthera* (CRUZ et al., 2011) e *Rollinia mucosa* (TEIXEIRA; MACEDO, 2011), sendo a concentração crítica variável, em função da espécie ou tipo de substrato utilizados na produção de mudas.

Embora sejam encontradas, outras espécies que não respondem ao aumento nos níveis de saturação por bases, como por exemplo, o *Astronium fraxinifolium*, *Guazuma ulmifolia*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Inga edulis* (SILVA et al., 2011a), *Swietenia macrophylla* (SILVA et al., 2011b), *Senna macranthera*, (SOUZA et al., 2010). Santin (2013), explica que o aumento da dose de calcário proporciona a geração de íons HCO_3^- e OH^- que elevam o pH do solo corrigindo o Al tóxico. Embora algumas espécies desenvolvem mecanismos de tolerância à toxidez por Al, com a capacidade de se adaptar a solos ácidos não respondendo bem a aplicação de calcário, sendo os teores de Ca e Mg contidos no solo e suficiente para atender as exigências da espécie na fase inicial de crescimento.

4.2 Padrão de qualidade das mudas em viveiros

A correlação H/D, R/PA e IQD, constitui-se em importante indicador do padrão de qualidade das mudas *A. crassiflora*. Esses índices consideram a robustez e o equilíbrio da distribuição, quanto a planta investiu da sua produção em fitomassa, melhor será o desempenho assimilatório, podendo inferir para que essas variáveis se encontra no seu máximo (DICKSON et al., 1960; SILVA et al, 2016).

4.3 Teores de P, Ca e Mg das plantas

A adubação fosfatada e o aumento dos níveis de saturação por bases promoveram o aumento dos teores de P, Ca e Mg nas plantas de *A. crassiflora*, evidenciados neste estudo. O excesso ou a deficiência P podem afetar negativamente a taxa de crescimento relativo e absoluto da planta. Geralmente, em condições de alta concentração/ mobilização de P na raiz, em função do elevado influxo de nutrientes descarregado no xilema, exportados para parte aérea são suficientes para satisfazer as necessidades da planta e assim limitar ascensão do crescimento radicular. Quantidades excessivas podem causar toxidez afetando diretamente o crescimento (MAGADLELA et al., 2014). Isto significa que paralelo a deficiência de P no solo reduz o crescimento da parte aérea, aumentando a eficiência do sistema radicular capazes de modular a aquisição de nutrientes através de alterações na sua arquitetura permitindo extrair o P suficiente para atender as demandas da planta. Especialmente, por favorecer a absorção/retenção de água e por possibilitar a exploração de maior volume de solo, promovendo alterações nas respostas fisiológicas e morfológicas das plantas (DENG et al., 2015; VIOLANTE et al., 2015).

A carga dessa limitação de P, pode causar decréscimo da concentração do ácido abscísico - (ABA) nas folhas, aumentando a sensibilidade dos estômatos, induzida pela variação do potencial de água na raiz, teor de oxigênio no solo e mudanças das condições nutricionais na rizosfera. Há evidências que sugerem aonde o ABA tem efeito antagônico a luz, indicando que as plantas podem não ter controle regulatório total sobre o fornecimento de Ca^{2+} para a parte aérea e conseqüentemente influenciar o comportamento estomático (ROTHWELL; DODD, 2014).

O Mg é considerado como um dos elementos essenciais das moléculas de clorofila ligados com a respiração. O cálcio tem mobilidade, no entanto um pouco restrita. Atua na sinalização celular regulando as mudanças da concentração citoplasmática. Quando a demanda por Ca é alcançada, atingido o equilíbrio homeostático. Equilíbrio que se perturbado pode causar uma série de condições fisiológicas distintas, muitas vezes relacionadas com deficiência de Ca, Mg e P no solo podendo induzir um declínio na condutância estomática, reduzindo as trocas gasosas pela planta (ATKINSON, 2014).

Esses resultados reforçam os encontrados por Peuke, (2016) em que o autor ratifica em estudo que o xilema é responsável por reduzir a condutância estomática após

a calagem do solo. Esses efeitos citados acima estão associados a desregulação do controle estomático e, em consequência, alterações na abertura e fechamento dos estômatos, resultante da aplicação e efeito da calagem no solo, estando diretamente relacionado com teor e acúmulo de nutrientes na planta.

4.4 Eficiência de absorção e realocação dos nutrientes

Sabe-se que o mecanismo que governa a taxa de crescimento e eficiência nutricional depende da capacidade da planta em converter os nutrientes absorvidos e empregá-los na produção e síntese da biomassa. A planta precisa de um controle altamente integrado geneticamente para redistribuir e reutilizar os elementos minerais de um órgão mais velho e senescente para os tecidos mais jovens, fatores que estes diferem entre as espécies (DEUNFF; MALAGOLI, 2014).

Nota-se que o acúmulo de solutos, são considerados bons preditivos do desenvolvimento de estratégia de adaptação fisiológica da planta, com e o caso da *A. crassiflora*. Indicando a capacidade desta espécie de atenuar suas respostas morfofisiológicas na aquisição de nutrientes, em resposta adubação mineral. Em que o suprimento de P e dos níveis de saturação por base no início do ciclo vegetativo, influem maior demanda de fotoassimilados, destinados a formação de diversos órgão/tecidos na planta essenciais para produção vegetal, conforme os resultados obtidos com essa pesquisa (CRUSCIOL et al., 2016).

5. CONCLUSÕES

O aumento do nível de saturação por bases exerceu efeito positivo no crescimento de mudas do marolo (*Annona crassiflora* Mart.) até a saturação 75%, e a saturação afetou positivamente o teor de Ca, Mg e P.

O aumento das doses de fósforo exerceu efeito positivo no crescimento de mudas do marolo (*Annona crassiflora* Mart.) até a dose 400 mg dm⁻³, e o incremento das doses de P afetou positivamente o teor de P e negativamente o teor de Ca e Mg na parte aérea.

6. AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa, ao Laboratório de Hidráulica e Irrigação, Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, Laboratório de Química Agrícola e o Laboratório de Análise de Solo e Tecido Foliar. Ao IF Goiano – Campus Rio Verde, pela oportunidade de qualificação profissional e crescimento pessoal.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. D. N.; SOUZA, F. C. A.; OLIVEIRA, M. L.; OLIVEIRA, M. C. M. A.; KUMURA, R. S. Fontes de fósforo no crescimento inicial de mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 299 – 307, 2015.

ATKINSON, C. J. Is xylem sap calcium responsible for reducing stomatal conductance after soil liming. **Plant Soil**, v. 382, n. 1, p. 349 – 356, 2014.

BATISTA, A. H.; MOTTA, A. C. V.; REISSMANN, C. B.; SCHNEIDER, T.; MARTINS, I. L.; HASHIMOTO, M. Liming and fertilisation in *Pinus taeda* plantations with severe nutrient deficiency in savanna soils. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 37, n. 1, p. 117 – 125, 2015.

BAILÃO, E. F. L. C.; DEVILLA, I. A.; CONCEIÇÃO, E. C.; BORGES, L. L. Bioactive Compounds Found in Brazilian Cerrado Fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 1, p. 23760-23783, 2015.

BOTREL, D. A.; RODRIGUES, I. C. B.; SOUZA, H. J. B.; FERNANDES, R. V. B. Application of inulin in thin-layer drying process of araticum (*Annona crassiflora*) pulp. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, n. 1, p. 32-39, 2016.

BRAGA, M. M.; FURTINI NETO, A. E.; OLIVEIRA, A. H. Influência da saturação por bases na qualidade e crescimento de mudas de Cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 49 – 58, 2015.

BRAGA FILHO; J. R.; NAVES, R. V.; CHAVES; L. J.; SOUZA, E. R. B.; MAZON, L. T.; SILVA, L. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do cerrado de goiás. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 74 – 81, 2014.

BRASIL. Código Florestal. Disponível em: <<http://www.acirgurgacz.com.br/images/uploads/pdf/novocodigoflorestal.pdf>> Acesso em 28 de Dezembro de 2016.

BRUNETTO, G.; NAVA, G.; AMBROSINI, V. G; COMIN, J. J.; KAMINSKI, J. The pear tree response to phosphorus and potassium fertilization. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 37, n. 2, p.507 – 516, 2015.

CARNEVALI, N. H. S.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D. Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 449 – 461, 2016.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; FARIAS, E. S.; VENTURIN, R. P.; MACEDO, R. L. G. Growth and mineral nutrition in seedlings of Jacarandá-da-Bahia subjected to nutrient deprivation. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 107 – 116, 2015.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, R. P.; SOARES, A. A. V. S.; TOLEDO, F. H. S. F. Growth and mineral nutrition in *Annona crassiflora* Mart. seedlings subjected to nutrient deprivation. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 8, n. 13, p. 379 – 384, 2014.

CHATZISTATHIS, T.; ALIFRAGIS, D.; PAPAIOANNOU, A. The influence of liming on soil chemical properties and on the alleviation of manganese and copper toxicity in *Juglans regia*, *Robinia pseudoacacia*, *Eucalyptus* sp. and *Populus* sp. plantations. **Journal of Environmental Management**, v. 150, n. 1, p. 149 – 156, 2015.

CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, A. M.; CARMEIS FILHO, A. C. A.; ALVAREZ, R. C. F. Macronutrient uptake and removal by upland rice cultivars with different plant architecture. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, n. 1, p. 1 – 20, 2016.

CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Crescimento e qualidade de mudas de Fedegoso cultivadas em Latossolo Vermelho - Amarelo em resposta a macronutrientes. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 89, p.21 – 33, 2011.

DENG, Q.; HUII, D.; LUO, Y.; ELSER, J.; WANG, Y. P.; LOLADZE, I.; ZHANG, Q.; DENNIS, S. Down-regulation of tissue N:P ratios in terrestrial plants by elevated CO₂. **Ecological Society of America**, v. 96, n. 12, p. 3354 – 3362, 2015.

DEUNFF, E. L.; MALAGOLI, P. Breaking conceptual locks in modelling root absorption of nutrients: reopening the thermodynamic viewpoint of ion transport across the root. **Annals of Botany**, v. 114, n. 1, p. 1555 – 1570, 2014.

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

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília – DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesquisas de Solos**. – 2. ed. ver. atual. – Rio de Janeiro, 1997, 212p.

FARIAS, S. C. C.; SILVA JÚNIOR, M. L.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, P. G.; MELO, V. S.; COSTA, A. R.; SOUZA JÚNIOR, J. C. Phosphorus Forms in Ultisol Submitted to Burning and Trituration of Vegetation in Eastern Amazon. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, n. 1, p. 1 – 20, 2016.

FAVARE, L. G.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C. Níveis crescentes de saturação por bases e desenvolvimento inicial de teca em um latossolo de textura média. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 693 – 702, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FOREY, E.; TRAP, J.; AUBERT, M. Liming impacts Fagus sylvatica leaf traits and litter decomposition 25 years after amendment. **Forest Ecology and Management**, v. 353, n.1, p. 67–76, 2015.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; KLIPPEL, V. H.; CALDEIRA, M. V. W. Crescimento de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*(Vell.) Fr. All. ex Benth)) sob diferentes doses de NPK. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 493 – 500, 2014.

GUARNIZO, C. E; WERNECK, F. P.; GIUGLIANO, L. G.; SANTOS, M. G.; FENKER, J.; SOUSA, L.; D'ANGIOLELLA, A. B.; SANTOS, A. R.; STRÜSSMANN, C.; RODRIGUES, M.; DORADO-RODRIGUES, T. F.; TONY GAMBLE, T.; COLLI, G. R. Cryptic lineages and diversification of an endemic anole lizard (Squamata, Dactyloidae) of the Cerrado hotspot. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 94, Parte A, p. 279 – 289, 2016.

HUNT, R. **Basic Growth Analysis – Plant growth analysis for beginners**. Unwim Hyman Ltd. London. 1990.

IAEG (International Association for Engineering Geology). Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, v. 19. n. 1, 1979.

LI, B.; McKEAND, S.E.; ALLEN, H.L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine **Forest Science**, v. 37, n. 2, p. 613 – 626, 1991.

LI, J.; GUO, Q.; ZHANG, J.; KORPELAINEN, H.; LI, C. Effects of nitrogen and phosphorus supply on growth and physiological traits of two *Larix* species. **Environmental and Experimental Botany**, v. 103, n. 1, p. 206 – 215, 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 2, 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 382 p.

MACEDO, S. T.; TEIXEIRA, P. C. Calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 3, p. 405 – 412, 2012.

MAGADLELA, A.; KLEINERT, A.; DREYER, L. L.; VALENTINEA, A. J. Low-phosphorus conditions affect the nitrogen nutrition and associated carbon costs of two

legume tree species from a Mediterranean-type ecosystem. **Australian Journal of Botany**, v. 62, n. 1, p. 1 – 9, 2014.

PEUKE, A. D. ABA flow modelling in *Ricinus communis* exposed to salt stress and variable nutrition. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 18 p. 5301 – 5311, 2016.

PIMENTA, A. C.; REGO, S. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S. Morphological characterization of fruits, seeds and seedlings of araticum plant (*Annona crassiflora* Mart – Annonaceae). **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 4, p.524-531, 2013.

PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H.; MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; MARTINEZ, H. E. P. Substrate, lime, phosphorus and topdress fertilization in macaw palm seedling production. **Revista Árvore**, v. 40, n. 2, p. 235 – 244, 2016.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1981. 142p.

ROCHA, J. H. T.; PIETRO, M. R.; BORELLI, K.; BACKES, C.; NEVES, M. B. produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **Cerne**, v. 19, n. 4, p. 535 – 543, 2013.

ROGERI, D. A.; GIANELLO, C.; BORTOLON, L.; AMORIM, M. B. Substitution of Clay Content for P-Remaining as an Index of the Phosphorus Buffering Capacity for Soils of Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, n. 1, p. 1 – 20, 2016.

ROTHWELL, S. A.; DODD, I. C. Xylem sap calcium concentrations do not explain liming-induced inhibition of legume gas exchange. **Plant Soil**, v. 382, n.1, p. 17 – 30, 2014.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; KASEKER, J. F.; BASTOS, M. C.; REISSMANN, C. B.; WENDLING, I.; BARROS, N. F. Nutrição e crescimento da erva-mate submetida à calagem. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 55 – 66, 2013.

SIDDIQUI, M.Y. e GLASS, A.D.M Utilization index: A modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 4, n.1, p. 289 – 302, 1981.

SILVA, A. H.; PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S.C. Desenvolvimento inicial de espécies exóticas e nativas e necessidade de calagem em área degradada do Cerrado no triângulo mineiro (Minas Gerais, Brasil). **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 29, n. 2, p. 287 – 292, 2011a.

SILVA, T. A. F.; TUCCI, C. A. F.; SANTOS, J. Z. L.; BATISTA, I. M. P.; MIRANDA, J. F.; SOUZA, M. M. Calagem e adubação fosfatada para a produção de mudas de *Swietenia macrophylla*. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 459 – 470, 2011b.

SILVA, R. F.; ROS, C. O.; DELLAI, A.; GROLLI, A. L.; SCHEID, D. L.; VIEL, P. Interferência de doses de cobre no crescimento e na qualidade de mudas de *Bauhinia*

forficata Link, *Pterogyne nitens* Tul E *Enterolobium contortisiliquum* Vell. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 647 – 655, 2016.

SOUZA, P. H.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, L. S. Crescimento e qualidade de mudas de *senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. em resposta à calagem. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p.233 – 240, 2010.

SHABNAM, R.; IQBAL, M. T. Understanding phosphorus dynamics on wheat plant under split-root system in alkaline soil. **Brazilian Journal of Science and Technology**, v. 3, n. 19, p.1 – 16, 2016.

SWIADER, J.M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F.G Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 1687 – 1699, 1994.

TNG, D. Y. P.; JANOS, D. P.; JORDAN, G. J.; WEBER, E.;BOWMAN, D. M. J. S. Phosphorus limits *Eucalyptus grandis* seedling growth in an unburnt rain forest soil. **Frontiers in Plant Science** v. 5, n. 1, p. 1 – 11, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. v. 3, 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TEIXEIRA, P. C.; MACEDO, S, T. Calagem e fósforo para a formação de mudas de biribazeiro, **Revista de Ciências Agrárias**, v. 54, n. 3, p.259 – 266, 2011.

VALADARES, S. V.; SILVA, L. F.; VALADARES, R. V.; FERNANDES, L. A.; NEVES, J. C. L.; Sampaio, R. A. Plasticidade fenotípica e frações fosfatadas em espécies florestais como resposta à aplicação de fósforo. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p.225 – 232, 2015.

VIOLANTE, A.; CAPORALE, A. G. Biogeochemical processes at soil-root interface. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 15, n. 2, p. 422 – 448, 2015.

ZANDONÁ, R. R.; BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; BARRETO, C. F.; SCHMIDT, M. R. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 128 – 137, 2015.

CAPÍTULO II

Adubação nitrogenada e potássica no crescimento inicial de *Annona crassiflora* Mart. (Annonaceae)

(Normas de acordo com a revista Floresta e Ambiente)

RESUMO

Em virtude de ser uma espécie frutífera originária do Cerrado brasileiro, bioma afetado pelo desmatamento e possuir grande potencial econômico a produção de mudas *Annona crassiflora* Mart. apresenta relevante interesse, portanto é necessário conhecer dentre outras a respeito de sua adubação. Objetivou-se com este trabalho analisar o crescimento inicial de mudas *A. crassiflora*, submetida a adubação nitrogenada e potássica. Foram instalados 2 experimentos, em ambiente protegido, pertencente ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com quatro repetições, cada experimento composto por cinco doses diferentes de nitrogênio e potássio, conforme os tratamentos aplicando-se: (0, 50, 100, 150, 200 mg dm⁻³). Os resultados foram submetidos a análise de regressão para ajuste da curva entre o ponto máximo de crescimento em função das variáveis analisadas. A espécie demonstrou resposta significativa para adubação nitrogenada entre os parâmetros estudados respondeu de forma linear e quadrática, recomendando-se as

doses de 100 a 200 mg dm⁻³. O potássio influenciou significativamente apenas o teor nutricional das mudas de *A. crassiflora*.

Palavras-chave: mudas, doses de nitrogênio, doses de potássio.

Nitrogen and potassium fertilization on initial growth of *Annona crassiflora* Mart. (Annonaceae)

ABSTRACT

Due to being a fruitful species originating in the Brazilian Cerrado, biome affected by deforestation and having great economic potential for production of seedlings of *Annona crassiflora* Mart. presents relevant interest, so it is necessary to know among others its fertilization characteristics. The objective of this work was to analyze the initial growth of *A. crassiflora* seedlings, submitted to nitrogen and potassium fertilization. For this, two experiments were carried out in a protected environment belonging to the Goiano Federal Institute, Campus Rio Verde. The experimental design was completely randomized with four replicates, each experiment consisting of five different doses of nitrogen and potassium, according to the treatments applied: (0, 50, 100, 150, 200 mg dm⁻³). The results were submitted to regression analysis to adjust the curve between the maximum growth point as a function of the variables analyzed. The species showed a significant response to nitrogen fertilization between the studied parameters, responding in a linear and quadratic manner, with doses of 100 to 200 mg dm⁻³ being recommended. Potassium influenced only the nutritional content of *A. crassiflora* seedlings.

KEY WORDS: seedlings, nitrogen doses, doses of potassium.

1. INTRODUÇÃO

Annona crassiflora Mart. pertencente à família Annonaceae, popularmente conhecida como marolo ou araticum (LORENZI, 2002; BOTREL et al., 2016). Destaca-se entre as frutíferas nativa do Cerrado, pela sua importância socioeconômica (RIBEIRO et al., 2016a). Mostra-se como uma alternativa promissora, principalmente quando atrelada à agricultura familiar, a cargo da exploração extrativista, setor que se encontra em franca expansão no cenário agrícola atual brasileiro (VALADARES et al., 2015). Apresenta grande potencial para fins alimentícios e medicinais recomendado no tratamento da diarreia, reumatismo e como antitumoral. É também utilizada no ramo dos cosméticos contra infecções do couro cabeludo, por conter compostos com indicação terapêutica (BAILÃO et al., 2015).

A rápida expansão da agricultura nas regiões de Cerrado, vêm acompanhada pela redução da vegetação nativa, em função das mudanças do uso do solo. Com intuito de minimizar os impactos ambientais e promover a manutenção da vegetação nativa necessária através de programas de reflorestamento para recomposição dessas áreas perturbadas (RIBEIRO et al., 2016b). Visto que o domínio Cerrado, é considerado um dos maiores “Hotspots” mundiais para a conservação da biodiversidade, por concentrar ampla diversidade de espécies endêmicas (GUARNIZO et al., 2016).

O solo do Cerrado brasileiro, são altamente intemperizados com baixa fertilidade natural, elevada acidez, baixa capacidade de troca catiônica, teor de matéria orgânica e alta concentração de alumínio (FARIAS et al., 2016). Em que as plantas absorvem o nitrogênio (N) contido no solo, na forma de nitrato e/ou amônio. Nutriente móvel nos tecidos vegetais que entra em contato com as raízes preferencialmente através do fluxo de massa. Faz parte de vários compostos orgânicos envolvidos na síntese de proteínas de aminoácidos e nucleotídeos (ALVES et al., 2015).

Quanto a dinâmica do N na planta, atua no sistema enzimático, componente essencial da enzima ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase (carboxilase RuBP – “Rubisco”), enzima-chave na fixação de carbono. Participação de diversos processos fisiológicos diretamente relacionados com divisão e alongamento celular, resultante do desempenho do sistema assimilatório (MENDES et al., 2013).

Contudo deve-se levar em consideração os fatores envolvidos com os processos vitais da planta, os quais dependem, direta ou indiretamente, do ATP e NADHP, resultante do fornecimento dos produtos necessários para a fotossíntese

ocorrer, regulando a perda de água e a entrada de CO₂ (SANTOS, 2014). Importante papel mediado pelo potássio (K), no desempenho de diversas funções metabólicas na planta. Atuando no citoplasma das células, por ser considerado o maior agente osmótico catiônico celular, regulando a abertura e fechamento dos estômatos, no controle de assimilação da concentração interna de CO₂ nos cloroplastos, na realização da fotossíntese, ativação de enzimas, translocação/armazenamento de carboidratos (sacarose) através da membrana e síntese de proteínas (SOUSA et al., 2014).

Ou seja, quando o fornecimento de K é adequado, seus tecidos são melhor hidratados, resistentes à seca e outras condições ambientais desfavoráveis. Pelo fato de manter o teor de nutriente elevado no citoplasma das células, para garantir excelente atividade enzimática, mantendo o pH em níveis adequados ao funcionamento e manutenção do potencial osmótico do vacúolo (AMORIM et al., 2015). Embora há evidências que sugerem que o aquecimento global, pode causar a desidratação da planta em situação de estresse térmico. Levando a alterações na concentração e estrutura da parede celular. Decorrente do efeito prolongado das altas temperaturas pode ocorrer perda no turgor celular e conseqüentemente à inibição do crescimento (BENLLOCH-GONZÁLEZ et al., 2016).

Em conclusão, há pouca informação sobre o efeito do nitrogênio e potássio no crescimento inicial de espécies nativas do Cerrado. Apesar de algumas espécies desenvolver mecanismos de tolerância à toxidez por Al e de se adaptar aos solos ácidos, entretanto não elimina a possibilidade de resposta à fertilização. Diante disso, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a adubação nitrogenada e potássica no crescimento e estabelecimento das mudas de marolo (*Annona crassiflora*) durante a fase de viveiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das sementes e condições de cultivo

O experimento foi conduzido em área experimental, pertencente ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, em casa de vegetação climatizada no laboratório de Hidráulica e Irrigação. A espécie utilizada na instalação do experimento foi *Annona crassiflora*, coletadas no município Felixlândia – MG, remanescentes áreas de cerrado, os quais foram beneficiados, separando as sementes dos frutos.

Num segundo momento, as sementes foram dispostas em sementeiras no Viveiro do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, com as respectivas dimensões são: 5m de largura por 3m de comprimento. Como substrato foi utilizado areia sobre uma camada inferior de brita. Sobre as sementes foram adicionada, casca de arroz carbonizada e uma camada do substrato comercial Bioplant[®], permanecendo aproximadamente pelo período de um ano, devido a dormência morfofisiológica apresentada pelas sementes de *A. crassiflora*. Logo após a retirada das sementes da sementeira, foi aplicado ácido giberélico (GA₃), a 500 ppm, pelo período de 24 horas em temperatura ambiente para completa embebição, lavadas em hipoclorito e postas para germinar em vermiculita, segunda a metodologia modificada de Braga Filho (2014). Após a protrusão da radícula foi feito o transplântio das sementes, dando início a produção de mudas pré-germinadas semeando uma semente para cada vaso de 3,5 litros preenchidos com solo. Acompanhada por irrigação, mantendo 60% da capacidade campo, fundamentado no cálculo de índice de vazios (e) e a relação entre o volume de vazios (Vv) e volume de sólidos (Vs) o conforme a fórmula proposta pela Associação Internacional de Geologia de Engenharia (IAEG, 1979).

As variáveis microclimáticas (temperatura e umidade relativa) da casa de vegetação, durante o período de avaliação, foram monitoradas por meio da estação meteorológica (WATCH DOG - Weather Station, Spectrum Technologies[®], Inc, Aurora, Estados Unidos).

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd), (EMBRAPA, 2006), coletado em área de Mata Nativa do IF Goiano, localizado no município de Rio Verde, GO. Desse solo, foi coletada amostra para caracterização física (argila = 50 %, silte = 18 %, areia = 32 %) e química conforme a análise de solo (Tabela 1), em que a saturação por bases estava entorno dos 12 %, pH do solo próximo de 4,3, os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) estavam abaixo do recomendado, havendo necessidade de correção da acidez inicial do solo com calcário incubado por um período de 20 dias até atingir V a 60 %, conforme os tratamentos de acordo com fórmula proposta por Raij (1981). A análise química do solo antes e após as adubações são apresentadas a seguir (Tabela 1), tais análises seguiram a metodologia da EMBRAPA (2009).

TABELA 1 – Característica química do solo para produção de mudas de *A. crassiflora*.

Atributos	LVd
pH (CaCl ₂)	4,3
K (cmolc dm ⁻³)	0,113
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,4
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,1
CTC (cmolc dm ⁻³)	5,11
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,30
H+Al (cmolc dm ⁻³)	4,5
V (%)	12
m (%)	33
Ca/CTC (%)	7,8
Mg/CTC (%)	2,0
P (Mel) (mg dm ⁻³)	6
M.O (g dm ⁻³)	27,0

LVd: Latossolo Vermelho distrófico; pH: potencial hidrogeniônico; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; CTC: capacidade de troca catiônica; Al: alumínio; H+Al: hidrogênio mais alumínio; V: saturação de bases; m: saturação por alumínio; P: fósforo; M.O: matéria orgânica.

As características químicas dos micronutrientes, apresentadas: Na, S, B, Fe, Mn, Cu e Zn (1; 6; 0,2; 26; 18; 33,9 e 0,2 mg dm⁻³, respectivamente), antes da adubação dos tratamentos controle, foram calculados atendendo as exigências nutricionais de acordo com elemento faltante para não desbalancear os outros nutrientes dos tratamentos com nitrogênio e potássio, aplicando soluções completa, com as seguintes fontes e doses: 0,5 mg.kg⁻¹ (ácido bórico); 1,5 mg.kg⁻¹ (sulfato de cobre) e 0,5 mg.kg⁻¹ (sulfato de zinco) (CARLOS et al., 2014).

2.2 Análises biométricas e da biomassa

Os parâmetros avaliados referentes ao crescimento foram: altura da planta medindo com o auxílio de uma régua milimétrica os resultados expresso em (cm) entre o coleto e o ápice caulinar; diâmetro do caule utilizando para medir um paquímetro digital expresso seu resultado em (mm).

Após o término da fase de viveiro, durante os meses de janeiro a agosto com 243 dias, as mudas foram retiradas dos vasos e separadas em caule, folhas e raízes, secas em estufa de circulação de ar forçado a 65° C até atingir peso constante. Em seguida foi feita a pesagem em balança digital analítica para obtenção da biomassa, após secagem do material vegetal. A partir da obtenção da massa seca foram calculados massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), e massa seca total (MST), massa seca da parte aérea (MSPA) expresso seu resultado em gramas. Relação altura/ diâmetro (H/D), raiz/parte aérea (R/PA) e índice de qualidade de Dickson, (IQD) foi calculado conforme a fórmula proposta por Dickson et al., (1960).

2.3 Análises do estado nutricional das plantas

Para quantificação dos teores do conteúdo nutricional da parte aérea e do sistema radicular, após o material vegetal ter sido seco, o mesmo foi separadamente moído em moinho tipo Wiley, foram pesados 0,1 g de N e 0,5 g de K para extração de cada macronutriente. A extração do N foi realizada através da digestão úmida, por meio do destilador de nitrogênio determinado por titulação. O material vegetal para extração do K foi calcinado em mufla e a leitura feita via fotômetro de emissão de chama (EMBRAPA, 2009).

2.4 Eficiência Nutricional

A eficiência nutricional para cada nutriente foi avaliada por intermédio dos valores da eficiência de absorção (EA) (SWIADER et al., 1994), eficiência de translocação (ET) (LI et al., 1991) e eficiência de utilização (EU) (SIDDIQUI; GLASS, 1981), calculadas, respectivamente, de acordo com as equações:

$$EA = \frac{\text{Conteúdo de nutriente (parte aérea e raiz) (mg)}}{\text{Matéria seca da raiz (g)}}$$

$$ET = \frac{(\text{Conteúdo do nutriente na parte aérea (mg)})^2}{\text{Conteúdo total de nutrientes (g)}}$$

$$EU = \frac{(\text{Matéria seca total produzida (g)})^2}{\text{Conteúdo nutrientes na planta (mg)}}$$

2.5 Delineamento experimental

Foram realizados dois experimentos distintos, um com doses de potássio e um com doses de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, compostos por 5 doses de nitrogênio e potássio (0, 50, 100, 150, 200 mg dm⁻³) com 4 repetições, perfazendo o total de 20 parcelas experimentais.

2.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos a análise de variância ao nível de significância a 5 % de probabilidade empregando análise de regressão para ajuste da curva entre o ponto máximo de crescimento em função das doses quando constatada significância para os parâmetros quantitativos. Para isso, utilizou-se o programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS

3.1 Avaliações biométricas e de biomassa

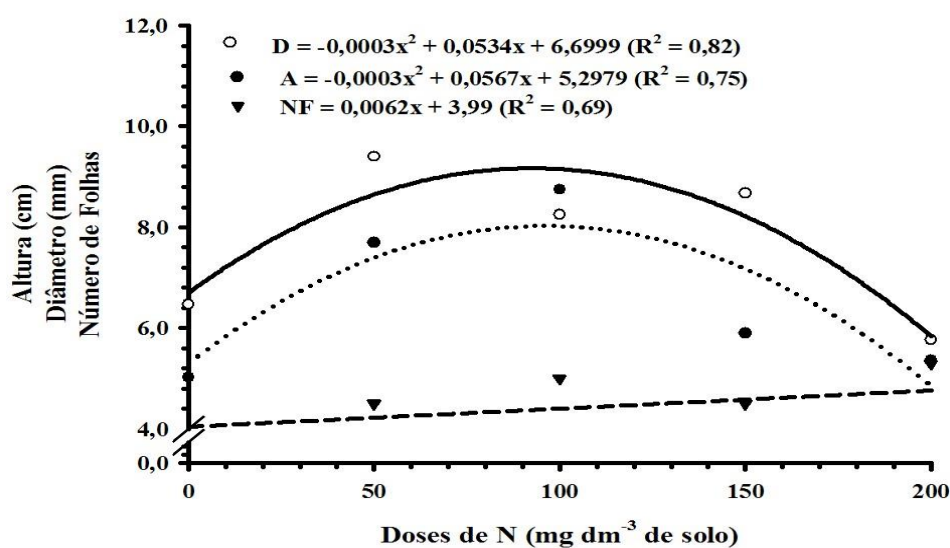
Para adubação potássica, não houve diferença estatística para nenhuma das características avaliadas, com médias de 17,83 cm para altura, 12,88 mm de diâmetro e 6,25 número de folhas, conforme (Tabela 2), da relação das variáveis biométricas estudadas. O comportamento desta espécie, sugere que durante as fases iniciais de crescimento a menor mobilização de K, para as reações bioquímicas da planta ocorrer, influenciando negativamente o crescimento e a qualidade das mudas, somente apenas para acúmulo e alocação do teor nutricional, houve diferença significativa a ($p < 0,05$).

TABELA 2 – Valores médios das variáveis biométricas em função das doses de potássio (K).

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Número de folhas	MSF	MSC	MSR	MSPA	MST	R/PA	H/D	IQD
K 0	9,35	12,88	7,5	1,53	0,90	3,58	2,42	6,01	1,26	0,74	2,76
K 50	9,2	7,85	5,75	2,08	0,82	1,60	2,90	4,50	1,19	1,08	1,39
K100	7,5	7,2	4,5	1,04	0,78	2,97	1,81	4,78	1,53	0,90	2,12
K150	17,83	14,5	7,75	3,52	2,49	8,89	6,01	14,90	1,37	1,21	6,85
K 200	10,83	10,18	6,25	0,89	1,18	2,81	2,06	4,88	1,33	1,03	2,31

A adubação nitrogenada teve influência significativa em todas as variáveis analisadas, exceto para relação altura/ diâmetro (H/D) e raiz/parte aérea (R/PA). A medida em que houve o aumento das doses de nitrogênio que permitiram melhores taxas de crescimento em altura e diâmetro foram obtidas com 7,97 cm e 9,07 mm, nas doses estimadas de 94,5 e 89 mg dm⁻³, respectivamente. E, a partir dessas doses observou-se decréscimo no crescimento, ajustando-se aos dados a equação quadrática (Figura 1).

Já para máxima produção de folhas apresentou ajuste linear, com a maior média estimada de 5,23 folhas quando foi aplicado a dose de 200 mg dm⁻³. Visto que o nitrogênio é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas em maior quantidade, estando diretamente relacionado ao crescimento. Considerando que plantas bem nutridas em N possuem grande capacidade em assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante o processo de fotossíntese.

**Figura 1.** Altura, diâmetro e número de folhas de *A. crassiflora*, em resposta à adubação nitrogenada.

O valor máximo encontrado de quanto a planta investiu da sua produção em massa seca da parte aérea, folha, caule, raiz e total, seguiu a mesma tendência estabelecida em 89,5 mg dm⁻³ MSPA, 87,85 mg dm⁻³ MSF, 91,66 mg dm⁻³ MSC, 94,5 mg dm⁻³ MSR e 92 mg dm⁻³ MST. E a partir dessas doses observou-se decréscimo em função do aumento da adubação nitrogenada, ajustando os dados a equação de segundo grau (Figura 2).

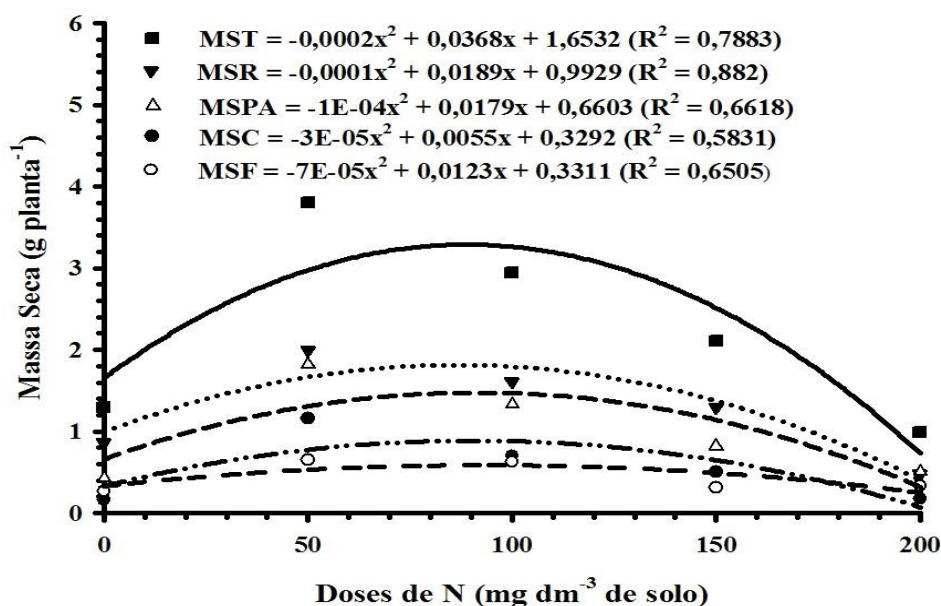


Figura 2. Massa seca da parte aérea, folha, caule, raiz e total, submetidas à diferentes doses de adubação nitrogenada de plantas de *A. crassiflora*.

Dentre os atributos morfológicos que determinam a qualidade das mudas e a relação da altura da parte aérea e diâmetro do caule teve diferença significativa, apenas para o índice de qualidade de Dickson (IQD), alcançado na dose de 95 mg dm⁻³ N, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão, conforme a Figura 3.

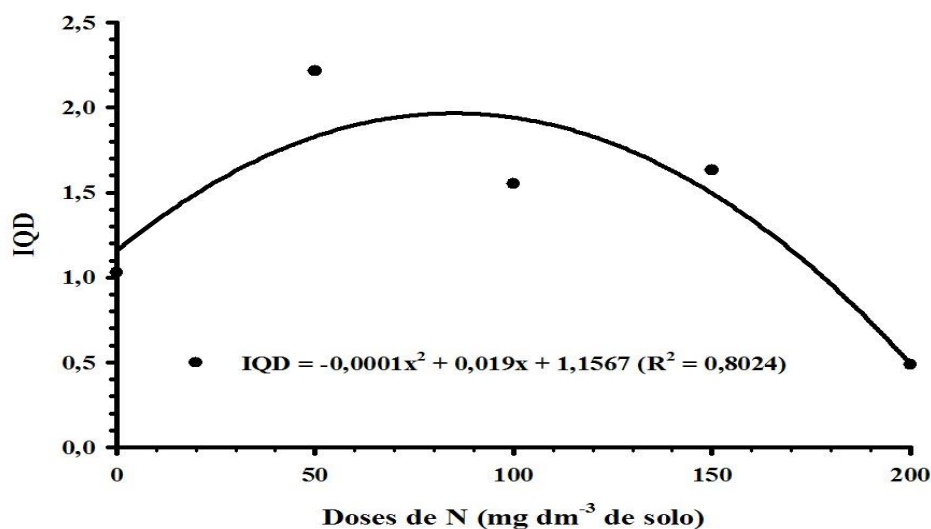


Figura 3. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *A. crassiflora*, sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

3.2 Teores de N e K

Para teor de N, observou-se efeito significativo para o caule com a concentração de 32,29 g kg⁻¹ obtido na dose 200 mg dm⁻³, com ajuste linear. E 33,58 g kg⁻¹ na raiz obtido na dose de 144,25 mg dm⁻³, respondendo a equação polinomial de segunda ordem. Entretanto, estatisticamente, não houve diferença significativa, para análise foliar (Figura 4A).

Em contrapartida, ocorreu efeito significativo somente para folha atingindo 18,14 g kg⁻¹ com o fornecimento da dose 87,76 mg dm⁻³ de K. E 60,11 g kg⁻¹ nas raízes, que se adequaram ao melhor resultado para as mudas de *A. crassiflora*, foi o tratamento com a dose de 97,65 mg dm⁻³. Demonstrando resposta positiva ao modelo quadrática de regressão (Figura 4B).

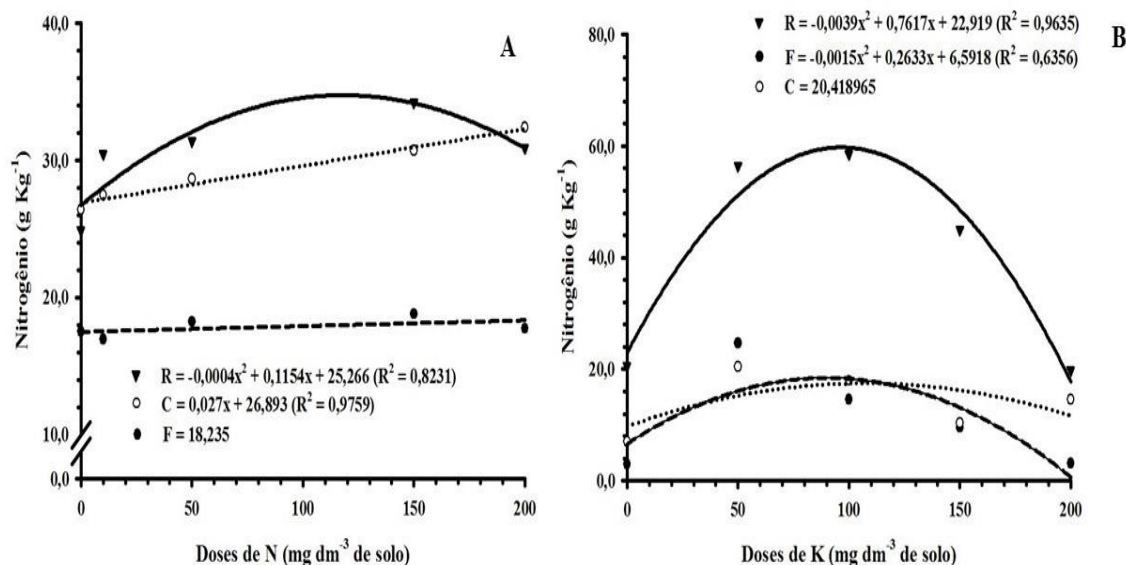


Figura 4. Teor de nitrogênio concentradas nas folhas, caule e raiz de mudas de *A. crassiflora*, em função das doses N (A) e K (B).

Quanto ao teor de K, para as variáveis folha e raiz não houve resposta positiva, enquanto para o caule obteve-se 43,40 g kg⁻¹ de K, na dose máxima de 200 mg dm⁻³, representou, significativamente, os dados ($p < 0,05$), a aplicação dos tratamentos, de forma linear (Figura 5A).

Em termos comparativos que proporcionaram maior incremento tecidual, foi conseguido na dose máxima de 200 mg dm⁻³ de K, distribuídos nas diferentes partes da planta. Ajustados ao modelo quadrática de 2º grau (Figura 5B).

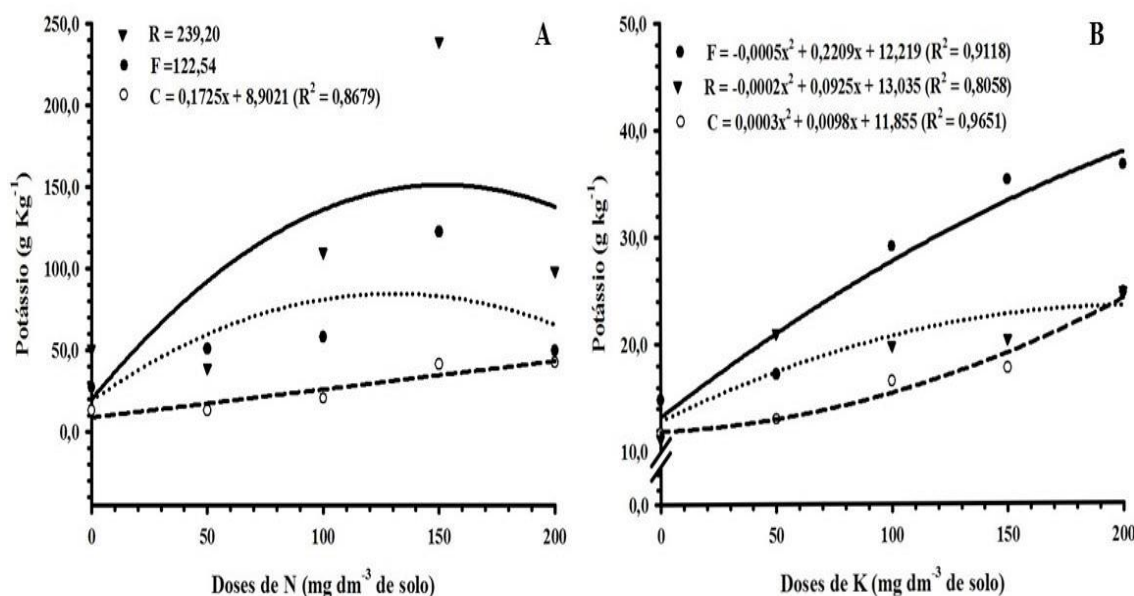


Figura 5. Teor de potássio contido nas folhas, caule e raiz de mudas de *A. crassiflora*, em função das doses de N (A) e K (B).

3.3 Desenvolvimento de doenças em mudas *A. crassiflora*

A falta de resposta a adubação nitrogenada e potássica durante alocação e acúmulo de biomassa, pode ser explicado pela ocorrência de fungos que afetou visualmente o crescimento e desenvolvimento das mudas *A. crassiflora*, comprometendo os resultados (Figura 6).

Para identificação das doenças, foram realizados registros fotográficos, em que posteriormente realizou-se pesquisas comparando-as com a literatura especializada, através de uma análise descritiva. Registrou-se a presença de fumagina, revestido por uma camada preta, que se instalou na base da folha. Ainda durante a condução do experimento, surgiram características de outra possível doença, a bacteriose (*Erwinia psidii*) em que folhas começaram a secar da extremidade em direção a base, levando a queda da folha. Embora a bacteriose assume maior importância principalmente em ambientes com temperatura e umidade elevadas favorecendo a disseminação e a penetração do patógeno comprometer o potencial e a qualidade das mudas.

No interior da casa de vegetação (ambiente interno), foram registradas as temperaturas máxima de 38,4°C (16 horas), mínima de 25,2°C (07 horas) e média de 30,7°C. Com umidade relativa máxima de 100% (05 e 06 horas), mínima de 44,2% (11 horas) e média de 66,8%.

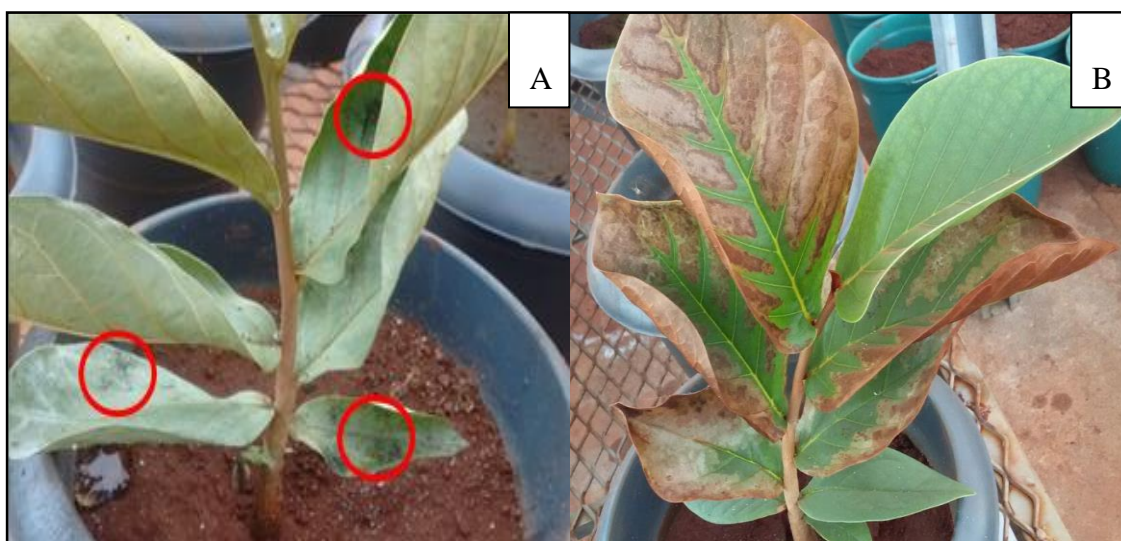


Figura 6. Fumagina (A) Bacteriose em folhas de *Annona crassiflora* (B) (Fonte: COSTA, 2016).

4. DISCUSSÃO

A falta de resposta da adubação potássica obtidas neste estudo, também foi observada em mudas de vinhático (*Platymenia foliolosa*), apenas para a relação altura da parte aérea/diâmetro (DUARTE et al., 2015), assim como para *A. crassiflora*. Em mudas de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*) também não foram encontrados modelos matemáticos que se ajustaram de forma positiva ao aumento das doses de K, quando cultivadas em Latossolo Vermelho-amarelo álico (LVAA), Argissolo Vermelho-amarelo mesotrófico (PVAm) e Latossolo Vermelho-amarelo distrófico (LVAd) (GONÇALVES et al., 2014). Essa tendência, assemelha-se com os resultados observados em Gonçalves et al., (2010) em mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia*), utilizando como substrato, Latossolo Vermelho distrófico (LVd) e Latossolo Vermelho-amarelo (LVA), verificou-se ausência do efeito da adubação potássica, em relação as diversas características de crescimento avaliadas, durante a condução do experimento.

O magno (*Swietenia macrophylla*), assim como outras espécies citadas anteriormente não respondem ao fornecimento das doses K e ainda adubação a nitrogenada (TUCCI et al., 2011). Mesmo com a falta de respostas, ao suprimento de potássio não deixa de ser menos importante. Sendo que ausência de respostas deste nutriente, indica que as baixas quantidades de K presentes no solo, são suficientes para suprir as demandas da planta. O que explica baixa exigência nutricional da *A. crassiflora* em K nessa fase de desenvolvimento (GONÇALVES et al, 2014). No entanto, Souza et al. (2010) e Cruz et al. (2010 e 2011), observou efeito significativo a aplicação de K em mudas de fedegoso (*Senna macranthera*), indicando que algumas espécies florestais, apresentam maior exigência nutricional em K, quando comparada com espécie estudada.

A adubação nitrogenada influenciou de forma significativa o crescimento e a qualidade das mudas de *A. crassiflora*. Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Carnevali et al., (2016) em mudas de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*), pitaia (*Hylocereus undatus*) (ALMEIDA et al., 2014), canafístula (*Peltophorum dubium*) (SOUZA et al, 2013), gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) (FEITOSA et al, 2011), açai (*Euterpe oleracea*) (OLIVEIRA et al, 2011), angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) (GONÇALVES et al., 2012). Normalmente, plantas submetidas a doses de nitrogênio, proporciona maior atividade fotossintética

durante o processo de assimilação de CO₂ nos sítios catalíticos da enzima carboxilase RuBP em detrimento da absorção, translocação e utilização de assimilados. Desde as folhas senescentes aos órgãos de armazenamento ou tecidos em crescimento (LÖTTER et al., 2014).

Assim, estudos envolvendo análises de crescimento, constitui-se em importante indicador do padrão de qualidade das mudas (DUARTE et al., 2015). Permitindo descrever parte do comportamento fisiológico e morfológico da planta, durante certo período de tempo. O que não seria possível com apenas um simples registro do rendimento do conteúdo nutricional (PEDÓ et al., 2014).

O potássio bem como nitrogênio apresentam alta redistribuição nos tecidos. Na carência de N e K, as plantas estimulam a ativação de inúmeras respostas morfofisiológicas para não serem prejudicadas, reduzindo a taxa fotossintética, potencial osmótico foliar e o crescimento da parte aérea (MAGADLELA et al., 2014). Por outro lado, aumenta a eficiência do sistema radicular, por permitir exploração maior volume de solo (RAJAN; ANANDHAN, 2016). Além de constituir uma importante estratégia de adaptação fisiológicas, morfológicas e bioquímicas, para garantir o crescimento, manutenção do turgor celular e absorção de água mais nutrientes suficientes para suprir as demandas da planta. Isto significa que paralelo ao aumento do conteúdo de nitrogênio e potássio limitar ascensão do crescimento radicular e pode causar toxidez e afetando diretamente o crescimento (SAIZ-FERNÁNDEZ et al., 2015; DENG et al., 2015).

Segundo Zhang et al., (2015) explica que a concentrações de nutrientes em folhas senescentes estão inteiramente correlacionadas com as folhas verdes. E que o aumento da eficiência de reabsorção de nutrientes diminui consideravelmente a concentração N e K das folhas verdes. Esta que esta flexibilidade indica uma estratégia na aquisição matéria seca, para realocar fotoassimilados, coordenando uma série de processo investindo na formação de diversos órgãos, porém o ajuste da eficiência do uso interno de nutrientes é facultativo.

O presente estudo fornece evidências dos efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre a resposta adaptativa das plantas de *A. crassiflora*. De forma geral, o nitrogênio afetou o crescimento e a qualidade das mudas, por meio da alteração de diversos parâmetros, de altura, diâmetro e índice qualidade de Dickson (IQD), que por sua vez afetou diretamente massa seca da parte aérea e de raiz até a alocação e acúmulo de N e K. A partir dessas variáveis foi possível evidenciar as melhores doses da

adubação nitrogenada recomendando-se de 100 a 200 mg dm⁻³ de N ainda em fase de viveiro. Entretanto, adubação potássica não demonstrou comportamento significativo para a maioria das características avaliadas nas condições desse estudo.

5. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada influencia positivamente o crescimento e a qualidade das mudas de marolo (*Annona crassiflora* Mart.) nas doses entre 100 a 200 mg dm⁻³ para as condições desse estudo.

O mesmo não foi observado nas doses de potássio que exerceu efeito negativo no desenvolvimento da raiz e parte aérea. Exceto para o teor de N e K em função das doses de nitrogênio e potássio apresentaram efeito significativo.

6. AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa, ao Laboratório de Hidráulica e Irrigação, Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, Laboratório de Química Agrícola e o Laboratório de Análise de Solo e Tecido Foliar. Ao IF Goiano – Campus Rio Verde, pela oportunidade de qualificação profissional e crescimento pessoal.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M.; LEANDRO, W. M.; NETO, S. A. S. O.; LEÃO, A. K. M.; ALVES, C. C. F.; SOUCHIE, E. L. Effect of base saturation and nitrogen dose on cultivation of crambe. **African Journal of Agricultural Research** 2015; 10(1): 14 – 22.

ALMEIDA, E. I. I.B.; CORRÊA, M. C. M.; CRISOSTOMO, L. A.; ARAÚJO, N. A.; SILVA, J. C. V. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Revista Brasileira de Fruticultura** 2014; 36(4): 1018 – 1027.

AMORIM, D. A.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; MODESTO, V.C.; NATALE, W. Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras ‘paluma’: I. efeito na produtividade e na qualidade dos frutos para industrialização. **Revista Brasileira Fruticultura** 2015; 37(1): 201 – 209.

BAILÃO, E. F. L. C.; DEVILLA, I. A.; CONCEIÇÃO, E. C.; BORGES, L. L. Bioactive Compounds Found in Brazilian Cerrado Fruits. **International Journal of Molecular Sciences** 2015; 16(1): 23760-23783.

BENLLOCH-GONZÁLEZ M.; QUINTERO, J. M.; SUAREZ, M. P; SÁNCHEZ-LUCAS, R.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M. Effect of moderate high temperature on the vegetative growth and potassium allocation in olive plants. **Journal of plant physiology** 2016; 27(1): 22 – 29.

BOTREL, D. A.; RODRIGUES, I. C. B.; SOUZA, H. J. B.; FERNANDES, R. V. B. Application of inulin in thin-layer drying process of araticum (*Annona crassiflora*) pulp. **LWT - Food Science and Technology** 2016; 69(1): 32 – 39.

BRAGA FILHO; J. R.; NAVES, R. V.; CHAVES; L. J.; SOUZA, E. R. B.; MAZON, L. T.; SILVA, L. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do cerrado de goiás. **Bioscience Journal** 2014; 30(1): 74 – 81.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, R. P.; SOARES, A. A. V. S.; TOLEDO, F. H. S. F. Growth and Mineral Nutrition in *Annona crassiflora* Mart. Seedlings Subjected to Nutrient Deprivation. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences** 2014; 8(13): 379 – 384.

CARNEVALI, N. H. S.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D. Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo. **Ciência Florestal** 2016; 26(2): 449 – 461.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; CUNHA, A. C. M. C. M. Resposta de mudas de *Senna macranthera* (dc. Ex collad.) H.s. Irwin & barnaby (fedegoso) cultivadas em Latossolo Vermelho- Amarelo distrófico a macronutrientes. **Revista Árvore** 2010; 34(1): 13 – 24.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal** 2011; 21(1): 63 – 76.

DENG, Q.; HUII, D.; LUO, Y.; ELSER, J.; WANG, Y. P.; LOLADZE, I.; ZHANG, Q.; DENNIS, S. Down-regulation of tissue N:P ratios in terrestrial plants by elevated CO₂. **Ecological Society of America** 2015; 96(12): 3354 – 3362.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle** 1960; 36(1): 10 – 13.

DUARTE, M. L.; PAIVA, H. N.; ALVES, M. O.; FREITAS, A. F.; MAIA, F. F.; GOULART, L. M. L. Crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Platymenia foliolosa* Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal** 2015; 25(1): 221 – 229.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília – DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 412 p.

FARIAS, S. C. C.; SILVA JÚNIOR, M. L.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, P. G.; MELO, V. S.; COSTA, A. R.; SOUZA JÚNIOR, J. C. Phosphorus Forms in Ultisol Submitted to Burning and Trituration of Vegetation in Eastern Amazon. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 2016; 40(1): 1 – 20.

FEITOSA, D. G.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R.; PAIANO, M. O. Crescimento de mudas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) sob diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore** 2011; 35(3): 401 – 411.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)** 2011; 35(6): 1039 – 1042.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; LIMA NEVES, J. C.; JOSÉ MAURO GOMES, J. M. Crescimento de mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes doses de macronutrientes. **Scientia Forestalis** 2010; 38(88): 599 – 609.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) submetidas a doses de N, P, K, Ca e Mg. **Revista Árvore** 2012; 36(2): 219 – 228.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; KLIPPEL, V. H.; CALDEIRA, M. V. W. Crescimento de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*(Vell.) Fr. All. ex Benth)) sob diferentes doses de NPK. **Cerne** 2014; 20(3): 493 – 500.

GUARNIZO, C. E; WERNECK, F. P.; GIUGLIANO, L. G.; SANTOS, M. G.; FENKER, J.; SOUSA, L.; D'ANGIOLELLA, A. B.; SANTOS, A. R.; STRÜSSMANN, C.; RODRIGUES, M.; DORADO-RODRIGUES, T. F.; TONY GAMBLE, T.; COLLI, G. R. Cryptic lineages and diversification of an endemic anole lizard (Squamata, Dactyloidae) of the Cerrado hotspot. **Molecular Phylogenetics and Evolution** 2016; 94(Parte A): 279 – 289.

IAEG (International Association for Engineering Geology). Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, v. 19. n. 1, 1979.

LI, B.; McKEAND, S.E.; ALLEN, H.L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Forest Science** 1991; 37(2): 613 - 626.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 2, 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 382 p.

LÖTTER, D.; GARDEREN, E. A. V.; MARK TADROSS, M.; VALENTINE, A. J. Seasonal variation in the nitrogen nutrition and carbon assimilation in wild and cultivated *Aspalathus linearis* (rooibos tea). **Australian Journal of Botany** 2014; 62(1): 65 – 73.

MAGADLELA, A.; KLEINERT, A.; DREYER, L. L.; VALENTINEA, A. J. Low-phosphorus conditions affect the nitrogen nutrition and associated carbon costs of two legume tree species from a Mediterranean-type ecosystem. **Australian Journal of Botany** 2014; 62(1): 1 – 9.

MENDES, K. R.; MARENCO, R. A.; MAGALHÃES, N. S. Crescimento e eficiência fotossintética de uso do nitrogênio e fósforo em espécies florestais da Amazônia na fase juvenil. **Revista Árvore** 2013; 37(4): 707 – 716.

OLIVEIRA, C. J.; PEREIRA, W. E.; MESQUITA, F. O.; MEDEIROS, J. S.; ALVES, A. S. Crescimento inicial de mudas de açaizeiro em resposta a doses de nitrogênio e potássio. **Revista Verde** 2011; 6(2): 227 – 237.

PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; MARTINAZZO, E. G.; VILLELA, F. A.; LOPES, N. F.; MAUCH, C. R. análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. **Bioscience Journal** 2014, 30(1): 1 – 7.

RAJAN, J.; ANANDHAN, S. V. Influence of nitrogen and potassium on root nutrient and root CEC of different tea cultivars (*Camellia sinensis*, *C. assamica* and *C. assamica* spp. *Lasiocalyx*). **Rhizosphere** 2016; 1(1): 36 – 44.

RIBEIRO, P. C.; LEMOS-FILHO, J. P.; BUZATTI, R. O.; LOVATO, M. B.; HEUERTZ, M. Species-specific phylogeographical patterns and Pleistocene east–west divergence in *Annona* (Annonaceae) in the Brazilian Cerrado. **Botanical Journal of the Linnean Society** 2016a; 181(1): 21 – 36.

RIBEIRO, P. C.; SOUZA, M. L.; MULLER, L. A. C.; ELLIS, V. A.; HEUERTZ, M.; LEMOS-FILHO, J. P.; LOVATO, M. B. Climatic drivers of leaf traits and genetic divergence in the tree *Annona crassiflora*: a broad spatial survey in the Brazilian savannas. **Global Change Biology** 2016b; 22(11): 3789 – 3803.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1981. 142p.

SANTOS, R. F.; INOUE, T. T.; SCAPIM, C. A.; CLOVIS, L. R.; MOTERLE, L. M.; SARAIVA, F. C. S. Produtividade do minimilho em função das adubações nitrogenada e potássica. **Revista Ceres** 2014; 61(1): 121 – 129.

SAIZ-FERNÁNDEZ, I.; DIEGO, M.; SAMPEDRO, M. C.; MENA-PETITE, A.; ORTIZ-BARREDO, A.; LACUESTA, M. High nitrate supply reduces growth in maize, from cell to whole plant. **Journal of Plant Physiology** 2015; 173(1): 120 – 129.

SIDDIQUI, M.Y. e GLASS, A.D.M Utilization index: A modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition** 1981; 4(1): 289 – 302.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; PEREIRA, E. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MARINHO, A. B.; AZEVEDO, B. M. Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral Cearense. **Bragantia** 2014; 73(1): 1 – 6.

SOUZA, N. H.; MARCHETTI, M. E.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D.; SCALON, S. P. Q.; SILVA, E. F. Estudo nutricional da canafistula (i): crescimento e qualidade de mudas em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. **Revista Árvore** 2013; 37(4): 717 – 724.

SOUZA, P. H.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, L. S. Crescimento e qualidade de mudas de *Senna macranthera* (Dc. Ex Collad.) Irwin et Barn. em resposta à calagem. **Revista Árvore** 2010; 34(2): 233 – 240.

SWIADER, J.M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F.G Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition** 1994; 7(1): 1687 – 1699.

TUCCI, C. A. F.; SANTOS, J. Z. L.; JÚNIOR, C. H. S.; SOUZA, P. A; BATISTA, I. M. P.; VENTURIN, N. Desenvolvimento de mudas de *Swietenia macrophylla* em resposta a nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta** 2011; 41(3): 471 – 490.

VALADARES, S. V.; SILVA, L. F.; VALADARES, R. V.; FERNANDES, L. A.; NEVES, J. C. L.; Sampaio, R. A. Plasticidade fenotípica e frações fosfatadas em espécies florestais como resposta à aplicação de fósforo. **Revista Árvore** 2015; 39(2): 225 – 232.

ZHANG, J. L.; ZHANG, S. B.; CHEN, Y. J.; ZHANG, Y. P.; POORTER, L. Nutrient resorption is associated with leaf vein density and growth performance of dipterocarp tree species. **Journal of Ecology** 2015; 103(1): 541–549.

CONCLUSÃO GERAL

O aumento dos níveis de saturação por base e adubação potássica promoveu efeitos significativos em plantas de *A. crassiflora* (Mart.), tanto para as variáveis biométricas, quanto de biomassa, juntamente com acúmulo e teor de Ca, Mg e P. Para produção de mudas de marolo com maior qualidade, este estudo, recomenda as doses 75% em termos de saturação de bases e 400 mg dm⁻³ de P.

Os resultados deste estudo ainda demonstram que a adubação nitrogenada promove elevado crescimento quando as plantas de *A. crassiflora* são submetidas as doses de 100 a 200 mg dm⁻³. Já adubação potássica não apresentou influencia sob o crescimento das mudas de *A. crassiflora*.