



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO

**CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE ATEMOIA NO
SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE**

TONI HALAN DA SILVA IRINEU

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE ATEMOIA NO
SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE**

TONI HALAN DA SILVA IRINEU

Sob a Orientação do Professor

Walter Esfrain Pereira

Dissertação submetida como requisito
para obtenção do grau de **Mestre em
Agronomia**, no Programa de Pós-
Graduação em Agronomia.

Areia, PB

Fevereiro de 2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

I68c Irineu, Toni Halan da Silva.

Crescimento e trocas gasosas em mudas de atemoia no solo com fósforo e
biofertilizante / Toni Halan da Silva Irineu. - Areia: UFPB/CCA, 2016.
xiii, 83 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Walter Esfrain Pereira.

1. *Annonaceae* 2. Adubação 3. Mudas 4. Fertilizantes orgânicos I. Pereira,
Walter Esfrain II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 634.41(043.3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

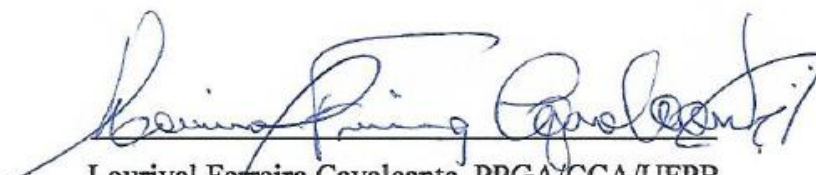
**CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE ATEMOIA NO
SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE**

TONI HALAN DA SILVA IRINEU

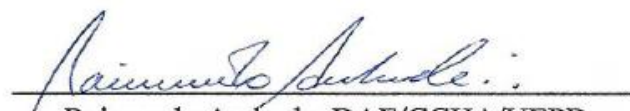
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA
(Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



Walter Esfrain Pereira, DCFS/CCA/UFPB
(Orientador)



Lourival Ferreira Cavalcante, PPGA/CCA/UFPB
(Examinador)



Raimundo Andrade, DAE/CCHA/UEPB
(Examinador)

Data da realização: 29 de Fevereiro de 2016.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Walter Esfrain Pereira
Orientador

Dedico

A meu filho Talison Miguel Almeida Irineu, que amo. A minha mãe e meus avos, Maria Helena da Silva, Sebastião Pereira da Silva e Francisca Alves, por serem sempre um exemplo na minha criação em perseverança e determinação para minha vida.

Dedico a um grande homem, meu pai, Jair Irineu de Oliveira, por participar da minha vida e por quem tenho um grande amor.

Ofereço

Aos meus irmãos, por além de serem meus irmãos são também uns grandes amigos e aos demais membros da minha família que me apoiaram.

Agradecimentos

A DEUS, por ser o arquiteto do universo e permitir a nossa existência.

A meus Pais e todos os meus familiares, pela contribuição moral e de incentivo durante toda minha jornada acadêmica.

Ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba,(UFPB) pela oportunidade casual na realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Walter Esfrain Pereira pelo apoio, orientação, exemplo de humildade e ensinamentos no decorrer desta pesquisa.

Ao Campus II da UFPB e ao Professor Manoel Bandeira de Albuquerque, pelo fornecimento da área experimental para desenvolvimento da pesquisa.

Ao professor Raimundo Andrade, da UEPB Campus II de Catolé do Rocha, pela disponibilidade do biofertilizante para o experimento.

Ao Professor Lourival Ferreira Cavalcante, da UFPB Campus de Areia, pelo apoio e por me receber na sua casa quando tinha duvidas.

À Professora do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Rejane Maria Nunes Mendonça e à técnica Jandira Pereira da Costa. pelo apoio e concessão do Laboratório de Fruticultura para a realização de análises.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos conhecimentos transmitidos e pela contribuição para minha formação como Mestre.

A todos os funcionários do CCA, UFPB, pela amizade e apoio.

Aos amigos, Janailson, Jarbas, Rennan, Lucimara, Luciana, Juliana, Thiago, Maria das Graça, Erton, Itaci, Nelton, Mario, Vandeilson, Renato, Honildo, Vitor, pela grande amizade firmada, e em especial a Francisco Thiago, por além da inestimável colaboração nesta pesquisa, ter sido um irmão nos momentos mais difíceis que me deparei durante a jornada acadêmica.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação profissional, visando à realização desta pesquisa.

IRINEU, Toni Halan da Silva. **CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE ATEMOIA NO SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestre em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia - PB, 2016. Orientador: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

RESUMO GERAL

Dentre as vertentes que a fruticultura abrange, a produção de mudas tem ganhado destaque, por constituir uma alternativa para o aumento do nível de emprego evitando a migração. Entretanto, ainda são muito escassas pesquisas sobre adubação organomineral para produção de mudas de atemoia. Objetivou-se com este experimento, avaliar o crescimento, eficiência fotossintética e trocas gasosas de mudas de atemoia adubadas com fósforo e biofertilizante. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, no esquema fatorial 4 x 4, correspondendo a quatro doses de fósforo: 0; 2; 4 e 6 g dm⁻³ e quatro concentração de biofertilizante na água: 0; 20; 40 e 60%, aplicando 300 ml por recipiente. A unidade experimental foi constituída por quatro plantas. Foram avaliadas a altura de mudas, diâmetro do caule, taxa absoluta de crescimento da altura, taxa relativa de crescimento do diâmetro, comprimento da raiz, área foliar, área foliar específica, massa de matéria seca do caule, da folha e da parte aérea, relação da raiz parte aérea razão, massa foliar, índice de qualidade de Dickson, teor foliar de P, fluorescência inicial, eficiência quântica potencial do fotossistema II e rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no FSII, carbono interno, transpiração, condutância estomática, taxa fotossintética, eficiência de carboxilação e eficiência do uso da água. Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão. O fósforo estimulou a maioria das variáveis do crescimento das mudas de atemoieira, por outro lado, o aumento das doses de P inibiu a taxa relativa de crescimento em diâmetro, comprimento da raiz e relação raiz parte aérea, concentração interna de CO₂, transpiração e condutância estomática das mudas. A concentração de 60% de biofertilizante proporcionou maior comprimento da raiz, área foliar específica e índice de qualidade de Dickson, e maior taxa fotossintética. A combinação da dose 6 g dm⁻³ de fósforo e 60% de biofertilizante proporcionou maior eficiência de carboxilação e eficiência no uso da água.

Palavras - chave: Adubação orgânica, *Annona squamosa* L. x *A. cherimolla* Mill., Annonaceae, superfosfato simples.

IRINEU, Toni Halan da Silva. **GROWTH AND GAS EXCHANGE ATEMÓIA SEEDLINGS IN SOIL WITH MATCH AND BIOFERTILIZER**. 2016. 96 f. Dissertation (Master in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2016. Advisor: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

GENERAL ABSTRACT

Among the aspects that includes fruit, seedlings production has gained prominence, as it is an alternative to the increase in employment preventing migration. However, they are still very scarce research on organic mineral fertilizer for the production of seedlings atemoya. The objective of this trial was to evaluate the growth, photosynthetic efficiency and gas exchange atemoya seedlings fertilized with phosphorus and biofertilizer. The experimental design was a randomized block with four replications, in a factorial 4 x 4, corresponding to four phosphorus doses: 0; 2; 4 and 6 g dm⁻³ and four concentration of the water biofertilizer 0; 20; 40 and 60%, using 300 ml per container. The experimental unit consisted of four plants. They evaluated the height of seedlings, stem diameter, absolute rate of growth in height, relative growth rate of the diameter, root length, leaf area, specific leaf area, dry weight of stem, leaf and shoot, relationship root of air ratio, leaf weight, quality index Dickson, foliar P, initial fluorescence, potential quantum efficiency of photosystem II and quantum yield baseline of photochemical processes in PSII, internal carbon, transpiration, stomatal conductance, photosynthetic rate, carboxylation efficiency and efficiency of water use. Data were subjected to analysis of variance and regression. Phosphorus stimulated most growth variables atemoeira seedlings on the other hand, increased levels of P inhibited the relative rate of growth in diameter, root length and root ratio shoots, internal CO₂ concentration, transpiration and conductance stomatal seedlings. The concentration of 60% of biofertilizers provided greater root length, specific leaf area and Dickson quality index, and higher photosynthetic rate. The combination dose of 6 g dm⁻³ of phosphorus and 60% of biofertilizers provided higher carboxylation efficiency and efficient use of water.

Key - words: Organic fertilizer, *Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill., Annonaceae, Superphosphate.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II -	CRESCIMENTO EM MUDAS DE ATEMOEIRA NO SOLO	
	COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE.....	33
Tabela 1.	Atributos físicos e químicos do solo e caracterização da água utilizada no	
	experimento de mudas de atemoia.....	39
Tabela 2.	Composição dos tratamentos compostos por superfosfato simples e	
	biofertilizante.....	40
Tabela 3.	Caracterização do biofertilizante bovino enriquecido utilizado no	
	experimento.....	41

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II - CRESCIMENTO EM MUDAS DE ATEMOEIRA NO SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE.....	33
Figura 1. Estufa utilizada para realizar o experimento com mudas de atemoia.....	38
Figura 2. Temperatura máxima do ar (T _{máx}), temperatura mínima do ar (T _{min}), umidade relativa do ar (UR) e insolação (Is).....	38
Figura 3. Amostra coletada do solo utilizado no experimento.....	39
Figura 4. Caracterização na matéria seca do biofertilizante bovino enriquecido utilizado no experimento.....	41
Figura 5. Altura de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	45
Figura 6. Diâmetro do caule de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	47
Figura 7. Taxa absoluta de crescimento em altura de plantas de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	48
Figura 8. Taxa relativa de crescimento em diâmetro do caule de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	49
Figura 9. Comprimento da raiz de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	51
Figura 10. Comprimento da raiz de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de biofertilizante. Areia, PB, 2016.....	52
Figura 11. Área foliar de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	53
Figura 12. Área foliar específica de mudas de atemoia ‘Gefner’ em função de doses de biofertilizante. Areia, PB, 2016.....	54
Figura 13. Massa da matéria seca do caule de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	55
Figura 14. Massa da matéria seca da folha de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	57
Figura 15. Massa da matéria seca da parte aérea de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	58
Figura 16. Relação raiz parte aérea de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	60

Figura 17.	Razão da massa foliar de mudas de atemoia ‘Gefner’ em função de doses de fósforo mineral. Areia, PB, 2016.....	61
Figura 18.	Índice da qualidade de Dickson de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função da interação de doses de fósforo e biofertilizante. Areia, PB, 2016.....	63
CAPÍTULO III - TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE ATEMOEIRA NO SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE.....		71
Figura 1.	Fluorescência inicial (F_0) de mudas de atemoia ‘Gefner’ em submetida a doses de biofertilizante bovino.....	79
Figura 2.	Concentração interna de CO_2 (C_i) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de adubação fosfatado. Areia, PB, 2016.....	82
Figura 3.	Transpiração (E) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	83
Figura 4.	Condutância estomática (g_s) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.....	84
Figura 5.	Taxa fotossintética (A) em mudas de atemoia ‘Gefner’, em função da interação da adubação fosfatada e biofertilizante. Areia, PB, 2016.....	86
Figura 6.	Eficiência de carboxilação (A/C_i) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função da interação de doses de fósforo e biofertilizante. Areia, PB, 2016.....	88
Figura 7.	Eficiência do uso da água (A/E) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função da interação de doses de fósforo e biofertilizante. Areia, PB, 2016.....	89

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA.....	18
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.1. Botânica.....	19
1.2. Importância da cultura.....	20
1.3. Clima.....	21
1.4. Propagação.....	22
1.5. Fluorescência da clorofila.....	23
1.6. Trocas gasosas.....	24
1.7. Fósforo.....	25
1.8. Biofertilizante enriquecido.....	26
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
CAPÍTULO II - CRESCIMENTO EM MUDAS DE ATEMOEIRA NO SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE.....	33
Resumo.....	34
Abstract.....	35
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.1. Crescimento.....	45
3.1.1. Altura de mudas (AM).....	45
3.1.2. Diâmetro do caule (DC).....	46
3.1.3. Taxa absoluta de crescimento da altura (TAC-A).....	47
3.1.4. Taxa relativa de crescimento do diâmetro (TRC-D).....	49
3.1.5. Comprimento da raiz (CR).....	50
3.1.6. Área foliar (AF).....	52
3.1.7. Área foliar específica (AFE).....	53
3.2. Massa seca da planta.....	55
3.2.1. Massa de matéria seca do caule (MMS C).....	55
3.2.2. Massa de matéria seca da folha (MMS F).....	56

3.2.3. Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA).....	57
3.2.4. Relação da raiz parte aérea (R/PA).....	59
3.2.5. Razão massa foliar (RMF).....	60
3.2.6. Índice de qualidade de Dickson (IDQ).....	62
3.2.7. Teor foliar de P.....	63
4. CONCLUSÕES.....	64
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
CAPÍTULO III - TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE ATEMOEIRA NO SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE.....	71
Resumo.....	72
Abstract.....	73
1. INTRODUÇÃO.....	74
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	76
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
3.1. Fluorescência da clorofila.....	78
3.1.1. Fluorescência inicial (F_o).....	78
3.1.2. Eficiência quântica potencial (F_v/F_m) do fotosistema II (FSII) e rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no FSII (F_o/F_m).....	80
3.2. Trocas gasosas.....	81
3.2.1. Carbono interno (C_i).....	81
3.2.2. Transpiração (E).....	82
3.2.3. Condutância estomática (g_s).....	84
3.2.4. Taxa fotossintética (A).....	85
3.2.5. Eficiência de carboxilação (A/C_i).....	86
3.2.6. Eficiência do uso da água (A/E).....	88
4. CONCLUSÕES.....	90
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é considerada uma das atividades mais dinâmicas da economia brasileira, apresentando evolução contínua, é fonte de alimentação e geradora de empregos ao Brasil (IBRAF, 2005). A fruticultura nos últimos anos vem tornando-se um dos mais promissores setores de investimento da agricultura, tal fato deve-se as ótimas condições edafoclimáticas existentes no País, bem como os esforços do governo, iniciativa privada e os avanços tecnológicos, favorecendo o desenvolvimento do setor (LIMA, 2012).

As anonáceas englobam um grupo de frutíferas de importância econômica em diversos países como Chile, México, Venezuela, Austrália e Brasil. Este interesse pelo cultivo de anonáceas, especialmente a *Annona squamosa* L. x *A. cherimolla* Mill. (atemóia), *Annona squamosa* L. (pinha) e graviola (*Annona muricata* L.), se deve ao alto preço alcançado no mercado de frutas frescas, bem como pela sua inserção no mercado europeu e americano (BRAGA SOBRINHO, 2010).

É crescente no Brasil o consumo de frutas do grupo das anonáceas, embora a oferta interna ainda seja insuficiente, pois a produção nacional não se apresenta bem consolidada, o que significa que ainda há espaço no mercado a ser conquistado (BRAGA SOBRINHO, 2010).

As principais espécies das anonáceas comercializadas e exploradas nas regiões tropicais são a pinha (*Annona squamosa* L), a graviola (*Annona muricata* L.) e nas regiões subtropicais são as espécies conhecidas como cherimóia (*Annona cherimola* Mill) e um tipo híbrido chamado atemóia (*Annona squamosa* x *Annona cherimola*) são plantas que produzem frutos de alto valor comercial nos mercados nacional e internacional (KAVATI, 1992).

Segundo Braga Sobrinho (2010) a atemóia foi introduzida na década de 1980 no Brasil, é cultivada principalmente nas regiões Sul e Sudeste do País. Na década de 1990, a atemóia var. Gefner foi introduzida com sucesso no Nordeste. Hoje em dia a cultura apresenta uma área superior a 1.000 hectares espalhados pelos Estados de São Paulo, Paraná e região Nordeste.

O fósforo (P) é reconhecidamente um dos elementos mais importantes para o metabolismo vegetal, sendo essenciais para as plantas novas especialmente formação, desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea da planta, quando aplicado na quantidade certa, o P estimula a germinação e melhora a produção das culturas (KNAPIK, 2005; MANICA et al., 2003).

A quantidade de P extraída pelas plantas na fase vegetativa e produtiva são menores quando são comparadas com as quantidades extraídas de nitrogênio (N) e potássio (K) pelas plantas (MANICA et al., 2003). Segundo Manica et al. (2003) e Dechen e Nachtigall (2007) o fósforo desempenha papel importante na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular.

Os biofertilizantes são resultados finais da decomposição de compostos orgânicos, contendo células vivas ou latentes de microrganismos, esses compostos orgânicos conferem ao solo e às plantas grande quantidade de nutrientes, deixando a planta bem nutrida, promovendo melhor adubação do solo e controle de doenças, refletindo no desenvolvimento da cultura (MARROCOS et al., 2012).

Os biofertilizantes possuem elementos necessários para a nutrição vegetal, variando as concentrações, dependendo diretamente da origem da matéria prima e do período de decomposição, sua absorção pelas plantas se efetua com muita rapidez, de modo que é muito útil para as culturas de ciclo curto ou no tratamento rápido de deficiências nutricionais das plantas (SILVA et al., 2007; MARROCOS et al., 2012).

A falta de nutrientes essenciais às plantas causa estresse nutricional, podendo antecipar a senescência das folhas, prejudicar a absorção de CO₂, ocasionando o fechamento dos estômatos no intuito de diminuir a transpiração e, conseqüentemente, afetar as taxas fotossintéticas (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Alguns autores tem evidenciado os efeitos do fósforo e biofertilizante ao pesquisar produção de mudas em diversas culturas agrícolas, tais como, goiabeira Batista et al. (2011), pinhão-manso Silva et al. (2015), atemoia Alves (2012), pinha Hawerroth et al. (2013), mudas de bananeira Silva et al. (2011), nin Mesquita et al. (2015), maracujá Dias et al. (2013), pinha Dantas et al. (2013). Apesar da importância citada do fósforo e biofertilizante para mudas de frutíferas, ainda é muito escassa estudos com esses adubos para produção de mudas de atemoia de boa qualidade.

Objetivou-se com este experimento, avaliar o crescimento, eficiência fotossintética e trocas gasosas de mudas de atemoia adubadas com fósforo e biofertilizante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. S. **Componentes e fertilidade de substratos na formação de mudas de atemoeira**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2012.
- BATISTA, M. A. V.; PRADO, R. D. M.; LEITE, G. A. Resposta de mudas de goiabeira a aplicação de fósforo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, 2011.
- BRAGA SOBRINHO, R. B. Potencial de exploração de anonáceas no Nordeste do Brasil. In: Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, v. 17, 2010.
- DANTAS, G. F.; SILVA, W. L. D.; BARBOSA, M. D. A.; MESQUITA, E. F. D.; CAVALCANTE, L. F. Mudas de pinheira em substrato com diferentes volumes tratado com esterco bovino e biofertilizante. **Agrarian**, v. 6, n. 20, p. 178-190, 2013.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos Requeridos à Nutrição de Plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 3, p.91-132.
- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA FREIRE, J. L.; LUNA SOUTO, A. G. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1639-1652, 2013.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas. Londrina: **Planta**, 2006, 401p.
- HAWERROTH, F. J.; SERRANO, L. A. L.; MARTINS, M. V. V.; OLIVEIRA, M. M. T. **Doses de Adubo de Liberação Lenta na Produção de Mudas de Pinheira em Tubetes**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 21, 2013.
- IBRAF. Perspectivas da Fruticultura Brasileira. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/news>>. Acesso em 9 set 2015.
- KAVATI, R. O cultivo da atemóia, In: DONADIO, L. C.; MARTIN, A. B. G.; VALENTE, J. P. (Eds.), **Fruticultura Tropical**. FUNEP, Jaboticabal. 1992. p. 39-70.
- KNAPIK, J. G. **Utilização do Pó de Basalto como Alternativa à Adubação convencional na produção de Mudas de Mimosa scabrella BENTH e Prunus sellowii KOEHNE**. 2005. 163 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.
- LIMA, J. S. **Crescimento, eficiência quântica potencial do fotossistema ii e composição mineral da gravioleira ‘morada’ sob adubação nitrogenada**. 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação Agronomia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB, 2012.
- MANICA, I. Taxionomia, morfologia, e anatomia. In: MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, K. P.; OLIVEIRA, M. A. S.; CUNHA, M. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. E.;

JUNQUEIRA, N. T. V.; ALVES, R. T. (Eds.) Frutas anonáceas: ata ou pinha, atemoia, cherimoia e graviola: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, Cinco Continentes. 2003. 596p.

MARROCOS, S. D. T. P.; JÚNIOR, J. N.; GRANGEIRO, L. C.; QUEIROZ ANBRÓSIO, M. M.; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; SOUTO, A. G. L.; MEDEIROS, R. F.; RODRIGUES, R. M. Formação de mudas de Nim com aplicação de biofertilizante bovino submetido à drenagem e estresse salino. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, 2015.

SILVA, A. F., PINTO, J. M., FRANÇA, C. R. R. S., FERNANDES, S. C., GOMES, T. D. A., SILVA, M. S. L., MATOS, A. N. B. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. Embrapa Semi-Árido. **Comunicado técnico**, 2007. 4p.

SILVA, J. T. A.; RODRIGUES, F.; ALVES, J. J. M. Adubação fosfatada do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Ceres**, v. 62, n. 3, 2015.

SILVA, J. T. A.; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananeira ‘Prata anã’(AAB), cultivadas em dois Latossolos. **Ceres**, v. 58, n. 1, p. 238-242, 2011.

SOBRINHO, R. B. Potencial de exploração de anonáceas no Nordeste do Brasil. In: Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, v. 17, 2010.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Origem e taxonomia da atemoia

A atemoieira é um híbrido interespecífico entre a cherimólia e a ata. Foi introduzida no Brasil na década de 1980. (BRAGA SOBRINHO, 2014). Pertence à família das Annonaceae, vem apresenta importante evolutiva, ecológica e economicamente, apresentando aproximadamente 110 gêneros e 2400 espécies, desempenhando um importante papel na composição da vegetação (CHATROU et al., 2012; SCALOPPI JUNIOR e MARTINS, 2014; SÃO JOSÉ et al., 2014; MAAS et al., 2016). Esta família pertence ao grupo das Angiospermas basais, clado das Magnoliídeas, constituído por quatro ordens, Canallales, Laurales, Magnoliales e Piperales. A ordem Magnoliales é representada pelas famílias Magnoliaceae, Myristicaceae e Annonaceae (APG III, 2009).

A família das Anonáceas é de hábito arbóreo, raramente arbustos, subarbustos ou lianas; folhas alternas, dísticas, simples, sem estípulas, margem inteira. Inflorescência cimosa, às vezes reduzida a uma única flor; flores usualmente grandes e vistosas, em geral bissexuadas, diclamídeas; cálice trímero-tetrâmero, dialissépalo; corola formada por dois verticilos de três pétalas. Fruto apocárpico ou sincárpico, babáceo ou menos frequentemente folicular (gêneros *Anaxagorea*, *Xylopia*) (DIAS, 1988; LOBÃO et al., 2005; SOUZA; LORENZI, 2008).

As anonáceas englobam um grupo de frutíferas de importância econômica em diversos países, como Chile, México, Venezuela, Austrália e Brasil. No Brasil, estas plantas são encontradas desde o Norte do país até o Estado de São Paulo. Foi na região semiárida do Nordeste do Brasil que o cultivo dessas fruteiras teve o maior avanço de área. Atualmente, os Estados da Bahia e Pernambuco apresentam plantios irrigados com boas produtividades e altos níveis tecnológicos (BRAGA SOBRINHO, 2014).

Na região Nordeste, a Bahia é o principal produtor seguido dos Estados de Pernambuco e Alagoas. O grande interesse pelo cultivo das anonáceas deve-se aos altos preços obtidos tanto da polpa como da fruta, com grande possibilidade de exportação para o mercado europeu e americano (BRAGA SOBRINHO, 2014).

Para consumo in natura, o Brasil cultiva, principalmente, a frutado-conde ou pinha (*A. squamosa* L.) e a atemoia (*A. squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.), híbrido interespecífico entre a cherimólia e a fruta-do-conde. Em relação ao processamento, apenas a graviola (*A. muricata*

L.) é explorada com a finalidade de obtenção de polpa (SCALOPPI JUNIOR e MARTINS 2014). O gênero *Annona* apresenta-se como um dos mais importantes, devido principalmente aos seus frutos comestíveis (CHATROU et al., 2012).

Os frutos das anonáceas apresentam sabor adocicado pronunciado e aroma característico, sendo consumido in natura ou como polpa processada (TOKUNAGA, 2005). Na indústria ainda podem ter importância pela extração de metabólitos secundários como os óleos essenciais extraídos de folhas de *Annona coriaceae* (SIQUEIRA et al., 2011) e alcalóides (SIMÕES e SCHENKEL, 2004).

1.2. Importância da cultura

No Brasil, as anonáceas representam um nome genérico para designar as plantas da família Annonaceae constituída por cerca de 120 gêneros e em torno de 2.300 espécies. No Brasil, estão registrados 29 gêneros, dentro dos quais cerca de 260 espécies sendo algumas de importância econômica e desempenhando um papel na composição da vegetação, entre as espécies de maior importância comercial destacam-se a graviola (*Annona muricata* L.), pinha (*Annona squamosa* L.), cherimóia (*Annona cherimoia*, Mill.) e a atemoia, híbrido a *A. cherimoia* e *A. squamosa* (BRAGA SOBRINHO, 2010), (MAAS et al., 2016).

A cultura da atemoia é cultivada principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Mais na década de 1990, este híbrido, variedade Gefner, foi introduzido com sucesso no Nordeste do Brasil nos estados do Ceará-CE e Pernambuco-PE. No País, já apresenta uma área superior a 1.500 hectares espalhados pelos Estados de São Paulo, Paraná e Nordeste do Brasil. A cultura da atemoia exige o uso de tecnologias diferenciadas para que sua produção seja economicamente viável (BRAGA SOBRINHO, 2014).

A família Annonaceae é importante tanto evolutiva, ecológica como economicamente. Em número de espécies, Annonaceae é de longe a mais sobressalente dentro da ordem das Magnoliales, as quais se encontram entre as angiospermas mais primitivas (SCALOPPI JUNIOR & MARTINS, 2014).

As anonáceas englobam um grupo de frutíferas de importância econômica em diversos países como Chile, México, Venezuela, Austrália e Brasil. Na região semiárida do Nordeste que o cultivo destas fruteiras se espalhou. Hoje nos estados da Bahia, Pernambuco, Alagoas, Minas Gerais e São Paulo encontram-se plantios irrigados com bom nível tecnológico. Na região Nordeste, a Bahia é o principal produtor seguido dos estados de Pernambuco e

Alagoas. Este interesse pelo cultivo de anonáceas, especialmente a pinha e a atemóia, se deve ao alto preço alcançado no mercado, bem como pela sua inserção no mercado europeu e americano (BRAGA SOBRINHO, 2010).

A quantidade de anonáceas comercializadas nas principais centrais de abastecimento está crescendo e se concentra principalmente no CEAGESP (61%). As informações coletadas pelo SIEM do CEAGESP mostram que entre 2011 e 2012 houve um crescimento da oferta de atemóia (35%) e de graviola (32%) (CEAGESP, 2012). No Brasil, a cherimóia tem sido menos cultivada devido à sua exigência por temperaturas baixas; as demais apresentam áreas cultivadas em diversas regiões do país, a fim de atender à demanda dos mercados de frutas frescas (pinha ou atemóia) e processadas (graviola) (BRAGA SOBRINHO, 2014). Para Firmino, (2012), o consumo de atemoia está em franco crescimento, o volume comercializado entre 2007 e 2012 mais que dobrou, e seu preço médio apresentou pequena queda entre 2011 e 2012. Os Estados de Minas Gerais e São Paulo dominaram, em 2012, o fornecimento da atemoia comercializada na CEAGESP, com 95% do volume, seguidos pela Bahia, Paraná, e Pernambuco, essa produção nacional vem sendo absorvida essencialmente pelo mercado interno, alcançando excelente preço devido à alta qualidade do fruto e pouca oferta (LIMA et al. 2010; SIEM, 2013).

A fruta da atemoia vem tendo uma preferência pelos consumidores por apresentar algumas das boas características da cherimóia associadas a outras da ata. Entre outras vantagens, o fruto apresenta menor número de sementes, maior tempo de prateleira na pós-colheita, ausência de rachaduras, sabor diferenciado e teor de sólidos solúveis mais balanceados (BRAGA SOBRINHO, 2014).

1.3. Clima

A cultura da atemóia se adapta bem a diferentes condições climáticas, entretanto, seu desenvolvimento é favorecido em áreas livres de geadas, com inverno seco e precipitações bem distribuídas ao longo de todo período vegetativo (MANICA, 2003). Silva et al. (2006) relata que a uma melhor floração e estabelecimento dos frutos em períodos com temperaturas amenas e umidade relativa do ar moderadamente elevada. Em razão dessas exigências climáticas, a cultura da atemóia apresenta grandes de expansão comercial tanto na faixa tropical quanto subtropical do Brasil.

Segundo Silva et al. (2006), a atemóia é uma cultura frutícola que pode apresentar, naturalmente, vários fluxos de florescimento, no entanto, nas diferentes regiões de dispersão comercial os principais fluxos ocorrem durante os meses mais quentes e chuvosos do ano. No Brasil, especialmente no estado da Bahia, esse período está compreendido entre os meses de dezembro e fevereiro, com o período de desenvolvimento dos frutos ocorrendo dos frutos ocorrendo entre 5 e 6 meses e a colheita sendo realizada em meados de maio a julho, totalizando com isso um período de produção de 8 a 9 meses.

Os principais cultivos de atemóia estão situados entre as latitudes de -30 e +30°, em regiões que apresentam altitudes inferiores a 1500m. A faixa ideal de temperaturas médias anuais fica entre 18 e 25°C é satisfatório para um bom desenvolvimento da atemoia que as temperaturas médias máximas e mínimas estejam entre 32 e 13 °C. Do ponto de vista hídrico, a precipitação total anual observada está, predominantemente, na faixa de 900 a 2000 mm, sendo que a grande parte desse volume ocorre durante os meses mais quentes do ano, normalmente compreendido o período de desenvolvimento da cultura, em que valores de 70 a 80 % são os mais favoráveis para essa espécie (SILVA et al., 2006).

1.4. Propagação

Fisiologicamente a germinação é considerada completa quando uma parte do embrião, em geral a radícula, penetra e ultrapassa os tecidos que o envolvem, ou quando a plântula emerge a superfície do solo, sendo este último um critério agrônômico (MARCOS-FILHO, 2005). Ambas as correntes consideram que a germinação tem início com a embebição, entretanto, para o conceito agrônômico, cuja natureza é tecnológica, o desenvolvimento da estrutura embrionária e a formação de uma plântula, com suas partes evidentes, é essencial para se avaliar o potencial de estabelecimento desse novo indivíduo no campo (MARCOS-FILHO, 2005).

A propagação por sementes ocorre na maioria das plantas cultivadas, entretanto para as frutíferas é recomendada apenas para a produção de porta enxertos ou para propagação de espécies que não podem ser propagadas deste modo (MENDONÇA e MENDONÇA, 2013).

As anonáceas podem ser propagadas por sementes, estaquia, enxertia, alporquia e cultura de tecidos. A forma de propagação mais indicada para as anonáceas é a enxertia, sendo que o porta-enxerto tem sido obtida por sementes, a propagação sexuada tem relevante valor ecológico e genético (SOBRINHO, 2010; BARON, 2014; GEORGE & NISSEN, 1987;

GAMA e MANICA, 1994). A atemoia apresenta uma grande quantidade de sementes nos seus frutos, quando comparada com a de sementes da cherimoia. A cherimoia apresenta entre 21 e 41 sementes por fruto, a atemoia 52 sementes e a pinha de 37 a 72 sementes por fruto (MANICA, 2003).

Dentre os problemas do uso de sementes de atemoia para produção de porta-enxertos, destacam-se a heterogeneidade das mudas formadas e a baixa percentagem de germinação (FERREIRA et al., 2006). As sementes dessas plantas apresentam substâncias inibidoras de germinação que provocam dormência o que, juntamente com um tegumento resistente e impermeável, proporcionam fatores antagônicos à germinação rápida e uniforme (RATAN et al., 1993; PAWSHE et al., 1997; SMET et al., 1999). Para o cultivo da atemoia, os porta-enxertos recomendados é o araticum de folha miúda (*Rollinia emarginata*), o araticum de terra fria (*Rollinia* sp.), a condessa, a fruta-do-conde e a própria atemoia (KAVATI, 1998).

Oliveira et al. (2013) Afirma que uma forma de aumentar a produtividade média dos pomares brasileiros e, especialmente, a precocidade da primeira produção, é o emprego de mudas com alta qualidade na implantação do pomar.

Para as áreas irrigadas do polo Petrolina - Juazeiro observa-se que o porta enxerto de fruta-do-conde tem mostrado boa afinidade para atemoia, proporcionando a formação de plantas compactas, de pequenas dimensões e muito favoráveis para a condução sob irrigação (BARROSO et al. 2010).

1.5. Fluorescência da clorofila

Recentemente, a combinação da avaliação de trocas gasosas e da fluorescência da clorofila *a* tem sido usado para investigar o envolvimento do efeito não estomático na limitação da fotossíntese sob estresse hídrico (ENNAHLI e EARL, 2005).

Segundo Lima (2012) a captura e o armazenamento da energia luminosa pelos tecidos fotossintetizantes das plantas superiores são medidos por uma associação entre complexos de pigmentos captadores de luz e um transporte sequencial de elétrons do fotossistema II (PSII) para o fotossistema I (PSI).

A luz absorvida pelas moléculas de clorofila, após mudarem a configuração eletrônica dessas, elevam a clorofila do estado basal (Chl *a*) para o estado excitado (Chl *a**). Consequentemente essas moléculas têm que dissipar a energia proveniente dos fótons, para voltar ao seu estado basal já que o estado excitado é instável, por três vias básicas: a primeira

via é a dissipação fotoquímica, que consiste na utilização da energia luminosa nos processos fotoquímicos da fotossíntese, que culminarão com a formação de ATP e NADPH, para serem gastos durante a fase bioquímica do processo fotossintético. Essa “dissipação” também é conhecida como *quenching* fotoquímico (q_p); a segunda via é a reemissão de um fóton (radiação) em um comprimento de onda levemente mais longa (vermelho e vermelho distante), essa é conhecida como fluorescência; a terceira via é a produção de calor na forma de radiação infravermelha, essa é conhecido como *quenching* não-fotoquímico (q_N) (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Dessa forma, as três vias competem entre si, onde qualquer aumento na eficiência de uma resultará em decréscimo das outras. Assim medidas de fluorescência da clorofila *a*, podem gerar informações sobre mudanças ocorridas na eficiência fotoquímica e na dissipação de calor (MAXWELL e JOHNSON, 2000).

A fluorescência variável (F_v) é determinada pelo estado do centro de reação (aberto ou fechado) e é definido como sendo a diferença entre F_m e F_o , ou seja, $F_v = F_m - F_o$. A razão F_v/F_m pode ser utilizada para estimar a eficiência quântica da redução da QA. Esse valor demonstra a eficiência máxima que a luz absorvida pelo complexo antena do PSII é convertida à energia química (redução da QA) (BAKER e ROSENQVIST, 2004).

Desta forma, as medidas de fluorescência são uma importante ferramenta para os estudos de fisiologia de plantas, pois se trata de um método não destrutivo e de alta aplicabilidade em condições de campo e de laboratório (SOUSA, 2009).

1.6. Trocas gasosas

As trocas gasosas constituem um processo fisiológico bem elucidado no reino vegetal além de essencial para a sobrevivência das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2013). Intimamente ligado com a fotossíntese é o processo básico para acúmulo de cerca de 95% de matéria seca (ALFONSI, 2003; EPSTEIN e BLOOM, 2006; MARSCHNER, 2012).

O padrão de trocas gasosas no decorrer do dia e do ano depende das condições internas e externas da planta, estando relacionado com o clima. Sempre que um fator se apresenta em nível mínimo pode se tornar limitante para a absorção do CO₂ por certo tempo (LARCHER, 2006).

As taxas metabólicas de plantas são influenciadas pelas condições ambientais. Eles determinam as proporções das taxas de fotossíntese e respiração, eventualmente, até mesmo, biológicas, econômicas e produtividade destas plantas (VAN DONGEN et al., 2011).

A assimilação fotossintética pode ser afetada pela nutrição, regime de luz, estresse hídrico e outros parâmetros fisiológicos. Mudanças na taxa de assimilação de CO₂ refletem de mudanças na condutância estomática e capacidade fotossintética do mesófilo (VON CAEMMERER e FARQUHAR, 1981; MEDRANO et al., 2002; DITMAROVÁ et al., 2010).

Toda a produção de biomassa depende sobre a atividade fotossintética da fonte, e fotoassimilados constitui mais de 90% do material seco da planta. Uma porção destes assimilado é utilizado durante o crescimento da planta, tornando-se biomassa, e, e outra parte, é oxidada na respiração e serve como fonte de energia para o crescimento e função de processos biológicos (PLAXTON e PODESTA et al., 2006).

As espécies fruta-do-conde (*A. squamosa* L.) e a cherimoia (*A. cherimola* Mill.) apresentam comportamento distinto em regimes alternados de temperatura dia/noite (30°/25°C), com maior desenvolvimento apresentado pela espécie fruta-do-conde e prejuízos para a espécie cherimoia, com menores valores de assimilação de carbono por diminuir o conteúdo de clorofila nas folhas, induziu ao fechamento estomático, aumento da respiração e limitada eficiência de carboxilação (HIGUCHI et al., 1999).

1.7. Fósforo

Muitos são os fatores responsáveis pela baixa produtividade das culturas, mas podemos destacar principalmente a capacidade dos solos em atender às exigências nutricionais das plantas. A nutrição e a fertilização são práticas que determinam à todo o estado nutricional, assim como a produtividade e a qualidade dos produtos colhidos (ROZANE e NATALE, 2014).

Mudas com adequado teor nutricionais garantiram uma boa produtividade e qualidade dos frutos, a adubação é uma prática muito importante, entre outros fatores, pressupõe-se adequado desenvolvimento e boa formação de sistema radicular, com melhor capacidade de adaptação ao novo local, após o transplântio (PEREIRA et al., 2010).

A nutrição mineral afeta o crescimento vegetal, a tolerância a pragas e doenças, bem como o armazenamento das colheitas. Assim, um manejo adequado da nutrição permite racionalizar a aplicação de insumos, como fertilizantes, transformando-se em lucro

(ROZANE e NATALE, 2014). O fósforo desempenha papel fundamental como componente energético, sua concentração nos tecidos vegetais pode variar de 0,10 a 1,0 dag/kg da matéria seca, sendo que a faixa de suficiência para a maioria das culturas pode variar de 0,12 a 0,30 dag/kg, o P atua também nas reações de esterificação com açúcares e outros compostos envolvidos na fotossíntese e na respiração (MENDES, 2007).

A carência de fosfato causa distúrbios severos no metabolismo e desenvolvimento das plantas, levando a menor perfilhamento em gramíneas, redução no número de frutos e sementes (MENDES, 2007). A deficiência inicia-se em folhas mais velhas, sob a forma de clorose irregulares nas folhas basais, ou redução no brilho e um tom verde-azulado, as plantas crescem muito vagarosamente. Os sintomas de excesso aparecem, principalmente, na forma de deficiência de micronutrientes, como Fe e Zn (MENDES, 2007; CRISOSTOMO e NAUMOV, 2009; ROZANE e NATALE, 2014).

O fósforo promove a formação e o crescimento prematuro de raízes, melhora a eficiência no uso da água, e quando em alto nível no solo, ajuda a manter a absorção deste pelas plântulas, mesmo sob condições de alta tensão de umidade do solo (LOPES, 1989).

1.8. Biofertilizante enriquecido

Os biofertilizantes são resultados finais da decomposição de compostos orgânicos de origem animal e vegetal, em seu conteúdo são encontradas células vivas ou latentes de microrganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentação (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) e também metabólitos e quelatos organominerais em solutos aquoso (MEDEIROS e LOPES, 2006; MARROCOS, et al., 2012). Esses são preparados a partir da digestão anaeróbia (sistema fechado) ou aeróbia (sistema aberto) de materiais orgânicos e minerais, visando maior disponibilidade de nutrientes e de microrganismos (MARROCOS, et al., 2012).

Os compostos orgânicos conferem ao solo e às plantas grande quantidade de nutrientes, promovendo melhor adubação do solo e controle de doenças, refletindo no desenvolvimento da cultura. Isso ocorre por que o biofertilizante é uma mistura de microrganismos vivos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos), os quais, quando disponibilizados as plantas por diferentes métodos, colonizam a rizosfera e, ou o interior da planta e promovem crescimento, por aumentar o fornecimento de nutrientes primários (MARROCOS, et al., 2012). Assim, a planta nutrida adequadamente torna-se mais tolerante

ao ataque de fitopatógenos, além da liberação de compostos voláteis pelos mesmos, que podem ocasionar a antibiose (VESSEY, 2003).

A utilização de fontes orgânicas na fertilidade do solo resulta na melhoria física, química e biológica do solo em que as plantas são submetidas e, como resultado, plantas com elevada produtividade, qualidade dos frutos e teores foliares dos principais micronutrientes são produzidas (SANTOS et al., 2011).

Os biofertilizantes podem ser disponibilizados para as plantas via aplicação no solo, na irrigação ou por via foliar, possibilitando a obtenção de boas produções e a obtenção de frutos com adequada qualidade comercial e sanitária (ARAÚJO et al., 2008). O biofertilizante quando aplicado devidamente, apresenta efeitos nutricionais (fornecimento de micronutriente) e fitossanitários, como também possuir efeito fito hormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e de repelência contra insetos presentes em sua composição. Portanto, os efeitos do biofertilizante no controle de pragas e doenças de plantas têm sido bem evidenciados, com menos danos ao ambiente e sem perigo para a saúde humana (MEDEIROS e LOPES, 2006; SILVA et al., 2007; SOUZA e ALCÂNTARA, 2008). Porém, em concentrações muito elevadas, o biofertilizante pode causar estresse fisiológico na planta retardando seu crescimento, floração ou frutificação. Isso se deve provavelmente ao desvio metabólico para produção de substâncias de defesa (MEDEIROS e LOPES, 2006).

Segundo Medeiros & Lopes (2006) as pulverizações semanais de biofertilizante em hortaliças devem seguir as recomendações, utilizando entre 0,1 e 3% de concentração do biofertilizante. O autor relata que pulverizações nas concentrações entre 1 e 5% de biofertilizante com microgeo em fruteiras, produziram resultados significativos na sanidade da cultura. E que este biofertilizante também vem sendo empregado sobre o solo em concentrações de até 20%.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, E. L. **Avaliação do potencial para porta-enxerto de genótipos de coffea, por meio de características fisiológicas de crescimento, trocas gasosas fotossintéticas e nutrição mineral**. 2003. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Agricultura tropical e subtropical, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas, 2003.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.16, p.105-121, 2009.

ARAÚJO, J. F.; LEONEL, S.; NETO, J. P. Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no submédio São Francisco, **Brasil.Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, 2008.

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal Experimental Botany**, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.

BARON, D. **Estudo da compatibilidade de atemoia ((*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L. CV.'THOMOSON') enxertada em araticum-de-terra-fria [*Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer variedade terra-fria] e biribá [*Annona mucosa* (Bai.) H. Rainer]**. 2014. 164 f. Tese (doutorado) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

BARROSO, A. P. D. S.; DOS SANTOS, A. C. B.; DE AZEVEDO, L. C.; MACEDO, A. N. Caracterização físico-química de polpa de atemoia (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimolla* Mill.) cultivada no vale do São Francisco. In: **V CONNEPI**. 2010.

BRAGA SOBRINHO, R. Integrated production of Annonaceae in Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 102-107, 2014.

BRAGA SOBRINHO, R. B. Potencial de exploração de anonáceas no Nordeste do Brasil. In: Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, v. 17, 2010.

CEAGESP- Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. 2012. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2015.

CHATROU, L. W.; ERKENS, R. H.; RICHARDSON, J. E.; SAUNDERS, R. M.; FAY, M. F. The natural history of Annonaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 169, n. 1, p. 1-4, 2012.

CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 238p.

DIAS, M. C. **Estudos taxonômicos do gênero *Xylopia* L. (Annonacea) no Brasil extraamazônico**. 1988. 183f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas, 1988.

DITMAROVÁ, L.; KURJAK, D.; PALMROTH, S.; KMET, J.; STRELCOVÁ, K. Physiological responses of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings to drought stress. **Tree Physiology**, v.30, n.2, p.205-213, 2010.

ENNAHLI, S.; EARL, H. J. Physiological limitations to photosynthetic carbon assimilation in cotton under water stress. **Crop Science**, v. 45, n. 6, p. 2374-2382, 2005.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas. 2.ed., Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

FERREIRA, G., GUIMARÃES, V. F., PINHO, S. Z. D., OLIVEIRA, M. C. D., RICHART, A., BRAGA, J. F., DIAS, G. B. Curva de absorção de água em sementes de atemoia (*Annona cherimola* MILL. x *Annona squamosa* L.) CV.'Gefner'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 121-124, 2006.

FIRMINO, A. C.; TOZZE JÚNIOR, H. J.; COSTA, P. N.; FURTADO, E. L. *Ceratocystis fimbriata* causando murcha em atemoia na região de Botucatu-SP. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 2, p. 171-171, 2012.

GAMA, F.; MANICA, I. Propagação. In: MANICA, I. Cultivo das anonáceas: Ata, Cherimólia, Graviola. Porto Alegre: EVANGRAF, 1994. p.30-37..

GEORGE, A.P.; NISSEN, R. J. Propagation of *Annona* species, a review. **Scientia Horticulturae, Amsterdam**, v. 33, n. 1, p. 75-85, 1987.

HIGUCHI, H., SAKURATANI, T.; UTSUNOMIYA, N. Photosynthesis, leaf morphology and shoot growth as affected by temperatures in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) trees. **Scientia Horticulturae**, v.80, n.1-2, p.91-104, 1999.

KAVATI, R. A cultura de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.). Campinas: CATI, 1998. 14 p

LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos: RiMa, 2006. 529 p.

LIMA, J. S. **Crescimento, eficiência quântica potencial do fotossistema ii e composição mineral da gravioleira 'morada' sob adubação nitrogenada**. 2012. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Agronomia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB, 2012.

LIMA, M. A. C. D.; MOSCA, J. L.; TRINDADE, D. C. G. D. Atraso no amadurecimento de atemoia cv. African Pride após tratamento pós-colheita com 1-metilciclopropeno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 599-604, 2010.

LOBÃO, A. Q.; ARAUJO, DOROTHY, S. D. de.; KURTZ, B. C. Annonaceae das restingas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, v.56, n.87, p.85-96, 2005.

LOPES, A. S. Manual de fertilidade do solo. Piracicaba: Fundação Cargill, 1989. 177 p.

MAAS, P. J. M.; KAMER, H.M.; JUNIKKA, L.; SILVA, R.M.; RAINER, H. Annonaceae from Central-eastern Brazil. Disponível em: <http://www.jbrj.gov.br/publica/rodriguesia/Rodrig52_80/6-maas.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2016.

MANICA, I. Taxionomia, morfologia, e anatomia. In: MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, K. P.; OLIVEIRA, M. A. S.; CUNHA, M. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. E.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ALVES, R. T. (Eds.) Frutas anonáceas: ata ou pinha, atemoia, cherimoia e graviola: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, Cinco Continentes. 2003. 596p.

MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARROCOS, S. D. T. P.; JÚNIOR, J. N.; GRANGEIRO, L. C.; QUEIROZ ANBRÓSIO, M. M.; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MARSCHNER, P. Mineral nutrition of higher plants. Australia: School of Agriculture, Food and Wine The University of Adelaide Australia, 3.ed., 2012, 651p.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence-a practical guide. **Journal of experimental Botany**, v. 51, n. 345, p. 659-668, 2000.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agríc.**, v.7, n.3, p. 24-26, 2006.

MEDRANO, H.; ESCALONA, J. M.; BOTA, J.; GULÍAS, J.; FLEXAS, J. Regulation of photosynthesis of C-3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. **Annals of Botany**, v.89, n.7, p.895-905, 2002.

MENDES, A. M. S. Introdução a fertilidade do solo. Embrapa Semi-Árido, Barreiras-BA, 2007. 64p.

MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. M. **Fruticultura tropical**: bananeira, cajueiro e mangueira. Mossoró, RN: Ed. UFERSA, 2013.

OLIVEIRA DE FREITAS, R. M.; NOGUEIRA, N. W.; DE SOUSA PINTO, J. R.; DA SILVA TOSTA, M.; DOMBROSKI, J. L. D. Fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, 2013.

PAWSHE, Y.H.; PATIL, B.N.; PATIL, L.P. Effect of pregermination seed treatment on the germination and vigour of seedlings in custard apple (*Annona squamosa* L.). **Annals of Plant Physiology**, v. 11, n. 2, p. 150-154, 1997.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; FREITAS, C. D. J. P. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de matéria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde**, Mossoró. v.5, n.3, p.152-159, 2010.

PLAXTON, W. C.; PODESTÁ, F. E. The Functional Organization and Control of Plant Respiration. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Apopka, v. 25, n. 2, p. 159-198, 2006.

RATAN, P.B.; REDDY, S.E.; REDDY, Y.N. Influence of water soaking on *Annona squamosa* L. seed germination and subsequent seedling growth. **South Indian Horticulture**, v. 41, n. 3, p. 171-173, 1993.

ROZANE, D. E.; NATALE, W. CALAGEM, ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DE ANONÁCEAS¹. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 166-175, 2014.

SANTOS, P. C. D.; LOPES, L. C.; FREITAS, S. D. J.; SOUSA, L. B. D.; CARVALHO, A. J. C. D. Crescimento inicial e teor nutricional do maracujazeiro amarelo submetido à adubação com diferentes fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, E., p.722-728, 2011.

SAO JOSE, A. R.; PIRES, M. M.; FREITAS, A. L. G. E.; RIBEIRO, D. P.; PEREZ, L.A.A. Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, 2014.

SCALOPPI JUNIOR, E. J., & MARTINS, A. B. G. Anonas cutting. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. 1, p. 147-156, 2014.

SIEM - Sistema de Informação e Estatística de Mercado da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. São Paulo: CEAGESP, 2013.

SILVA, A. F., PINTO, J. M., FRANÇA, C. R. R. S., FERNANDES, S. C., GOMES, T. D. A., SILVA, M. S. L., MATOS, A. N. B. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. Embrapa Semi-Árido. **Comunicado técnico**, 4 p. 2007.

SILVA, T. D.; ZOLNIER, S.; MOURA, M.; SEDIYAMA, G.; STEIDLE NETO, A. J.; SILVA JÚNIOR, J. D. Potencial agroclimático para o cultivo da atemóia (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.) no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 14, p. 261-271, 2006.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos Voláteis. In: SIMÕES C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2004. 475p.

SIQUEIRA, C. A.; OLIANI, J.; SARTORATTO, A.; QUEIROGA, C. L.; MORENO, P. R.; REIMÃO, J. Q.; FISCHER, D. C. Chemical constituents of the volatile oil from leaves of *Annona coriacea* and in vitro antiprotozoal activity. **Brazilian Journal of Pharmacognos.** v. 21, n.1, p. 33-40, 2011.

SMET, S. DE; DAMME, P. VAN; SCHELDEMAN, X.; ROMERO, J. Seed structure and germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). **Acta Horticulturae, Wageningen**, v. 497, p. 269-278, 1999.

SOUZA, R. B; ALCÂNTARA, F. A. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças, Brasília - DF, julho, 2008. p 4.

SOUZA, R. C. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos de Emilia coccinea (Sims) F. Don E Digitaria horizontalis Willd. submetidas à mistura de clomazone+ametrina**. 2009. 48 f. Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2009.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGII. 2ª Ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 640p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 819p.

TOKUNAGA, T. A. Cultura da atemoia. 2.ed. Campinas: CATI, 2005. 80p

VAN DONGEN, J. T.; GUPTA, K. J.; RAMÍREZ-AGUILAR, S. J.; ARAÚJO, W. L.; NUNES-NESE, A.; FERNIE, A. R. Regulation of respiration in plants: A role for alternative metabolic pathways. **Journal of Plant Physiology, Stuttgart**, v. 168, n. 12, p. 1.434-1.443, 2011.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, n. 2, p. 571-586, 2003.

VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, G. D. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. **Planta**, v. 153, n. 4, p. 376-387, 1981.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO EM MUDAS DE ATEMOIA ADUBADAS NO SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE BOVINO

IRINEU, Toni Halan da Silva. **Crescimento em mudas de atemoia no solo com fósforo e biofertilizante bovino**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestre em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2016. Orientador: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

RESUMO

A atemoia é uma espécie pertencente à família annonaceae com mercado crescente. Contudo, o baixo emprego de tecnologias resulta em baixas produtividades. Considerando tal aspecto, a prática da adubação da atemoia é essencial para garantir boa produtividade, pois a adubação fosfatada e a aplicação de biofertilizante apresentam efeitos nutricionais e fitossanitários que podem favorecer o crescimento de mudas. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o crescimento de mudas de atemoia submetidas a adubação fosfatada e biofertilizante. O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido, utilizando o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, correspondente a quatro doses de fósforo (0; 2,0; 4,0 e 6,0 g dm⁻³) e quatro proporções de biofertilizante em água: 0; 20; 40 e 60%. A unidade experimental foi constituída por quatro mudas e foram utilizadas quatro repetições. Avaliaram-se: altura de mudas, diâmetro do caule, comprimento da raiz, área foliar, área foliar específica, massa de matéria seca do caule, da folha e da parte aérea, relação da raiz parte aérea, razão massa foliar, índice de qualidade de Dickson e teor foliar de P. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. O fósforo estimulou a maioria das variáveis do crescimento das mudas de atemoia; por outro lado, o aumento das doses de P inibiu a taxa relativa de crescimento em diâmetro, comprimento da raiz e relação raiz parte aérea. A concentração de 60% de biofertilizante proporcionou maior comprimento da raiz, área foliar específica e índice de qualidade de Dickson.

Palavras-chave: Annonaceae, *Annona squamosa* L. x *A. cherimolla* Mill., Adubação organomineral, fruticultura.

IRINEU, Toni Halan da Silva. **Growth in atemoya seedlings in soil with phosphorus and biofertilizer beef**. 2016. 96 f. Dissertation (Master in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2016. Advisor: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

ABSTRACT

The atemoya is a species of the family annonaceae with growing market. However, the low use of technologies results in low productivity. Considering this aspect, the practice of fertilization atemóia is essential to ensure good productivity, because the phosphorus fertilization and application of biofertilizer have nutritional and plant health effects that can favor the growth of seedlings. The objective of this research was to evaluate the growth of atemoya seedlings subjected to phosphate fertilizer and biofertilizer. The experiment was conducted in a protected environment, using a randomized block design in a factorial 4 x 4, corresponding to four doses of phosphorus (0, 2.0, 4.0 and 6.0 g dm⁻³) and four proportions of biofertilizer in water: 0; 20; 40 and 60%. The experimental unit was made up of four plants and four replications were used. They were evaluated: height of seedlings, stem diameter, root length, leaf area, specific leaf area, dry weight of stem, leaf and shoot, shoot root ratio, leaf weight ratio, quality score Dickson and foliar P. Data were subjected to analysis of variance and regression. Phosphorus stimulated most growth variables atemoeira seedlings; On the other hand, increasing doses of P inhibited the relative rate of growth in diameter, root length and root shoot ratio. The concentration of 60% of biofertilizer provided greater root length, specific leaf area and Dickson quality index.

Key - words: Annonaceae, *Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill., Organic fertilization, fruit.

1. INTRODUÇÃO

A atemoieira é um híbrido interespecífico entre a cherimólia e a ata, uma forma de aumentar a produtividade, é o emprego de mudas com alta qualidade na implantação do pomar, devem-se adotar metodologias eficientes e, se possível, de baixo custo (FREITAS et al., 2013; MESQUITA et al., 2015a). Dentre as técnicas culturais mais importantes na qualidade da muda, está a nutrição das plantas, pois as fruteiras, de modo geral, retiram do solo grande quantidade de nutrientes, e pode vir a ocorrer um desbalanço nutricional no solo, podendo comprometer o desenvolvimento e a produção.

Os primeiros sintomas de deficiência de fósforo podem se manifestar já nas plantas pequenas, inicia-se nas folhas mais velhas, apresentando folhas retorcidas, bordos curvados e ápices para baixo. As folhas inferiores, paralelas ao caule, apresentam coloração verde-clara, além de promover retardo na maturação dos cultivos (DECHEN; NACHTIGALL, 2007; ROZANE; NATALE, 2014).

O uso de adubação fosfatada promove o desenvolvimento inicial de raízes e o crescimento das plantas de diversas espécies frutíferas, além de ser um elemento essencial para a sobrevivência das plantas, ele é responsável pelo processo de fotossíntese, transferência e conversão de energia, dentre outros processos que ocorrem nas plantas. Fato observado por Soares et al. (2007), em graviola (*Annona muricata*); Freitas et al. (2013), em Pinha (*Annona squamosa* L.); Alves, (2012), em atemoia.

Os biofertilizantes são utilizados para fertilização do solo e proteção para as culturas, são de baixos custos e ambientalmente sustentáveis para reciclar os nutrientes originalmente retirados pelas plantas, além de serem importantes fontes de macro e micronutrientes e de contribuir para melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. De acordo com Marrocos et al. (2012), os biofertilizantes possuem elementos necessários para a nutrição vegetal, variando as concentrações, dependendo diretamente da origem da matéria prima e do período de decomposição.

Alguns estudos têm demonstrado que o biofertilizante na formulação de substratos podem atenuar as possíveis deficiências nutricionais e favorecer o crescimento das plantas na fase de produção de mudas (SÁ et al., 2013; DANTAS et al., 2014; DINIZ et al., 2015). Segundo Rocha et al. (2002) a presença de matéria orgânica no substrato proporciona índices acima da média, na germinação, índice de velocidade de emergência, altura da planta, peso da matéria seca da parte aérea e da raiz, diâmetro do colo.

A adubação com fósforo vem demonstrado influencia significativas no crescimento de mudas de diversas espécies frutíferas, como apresentado por Soares et al. (2007), em graviola (*Annona muricata*); de acordo com Alves, (2012) adubação fosfatada influencia positivamente no crescimento das mudas de atemoieira, além de incrementar os teores foliares de N, P e K.

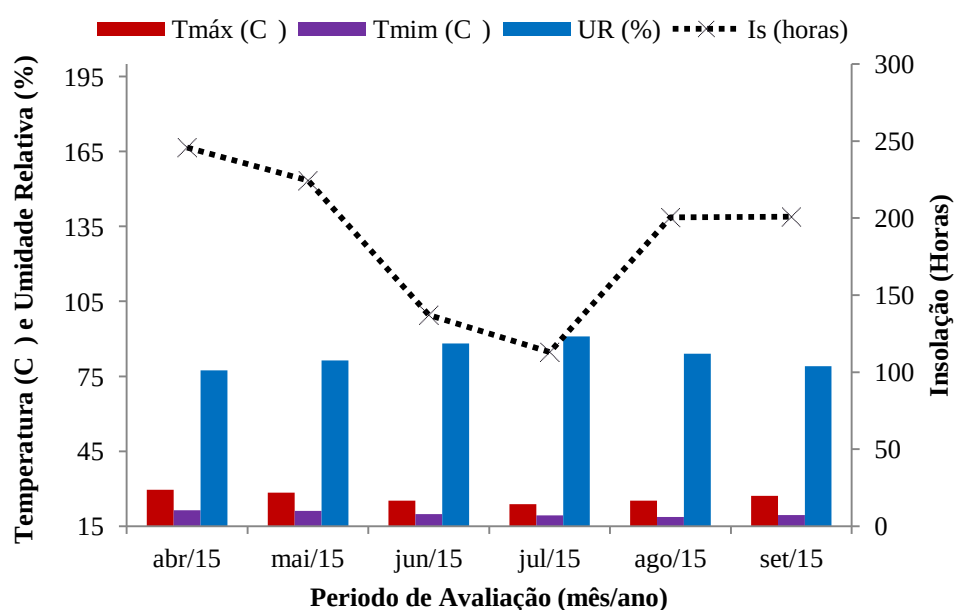
Considerando a escassez de estudos na literatura científica referente adubação da atemoia, e a perspectivas de expansão da cultura, informações técnicas seguras sobre nutrição para produção de mudas são de suma importância. Portanto, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o crescimento em mudas de atemoieira submetidas à adubação fosfatada e proporção de biofertilizante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (Figura 1), no Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, Campus-II, Areia, PB. Localizado nas coordenadas geográficas de 6° 58' de latitude sul, e longitude 35° 41' oeste de Greenwich e a uma altitude de 618 metros. Situado na mesorregião do agreste e microrregião do brejo Paraibano. O clima é do tipo AS' de Köppen, quente e úmido, com temperatura máxima de 29,5 °C e mínima 18,7 °C, umidade relativa entre 77,4 a 91%, insolação entre 245,9 a 113 (horas), conforme (Figura 2).



Figura 1. Estufa utilizada para realizar o experimento com mudas de atemoia.



Fonte: Estação Meteorológica do CCA - UFPB – Areia, PB.

Figura 2. Temperatura máxima do ar (T_{máx}), temperatura mínima do ar (T_{min}), umidade relativa do ar (UR) e insolação (Is).

O solo utilizado foi LATOSSOLO VERMELHO Amarelo distrófico de textura arenosa (SANTOS et al., 2013), coletado em 0-20 cm de profundidade (Figura 3). Após a coleta do material as amostras foram transportadas para o Laboratório de Ciência do Solo no DSER, CCA, UFPB, a fim de destorroa-las, separá-las das frações do solo por homogeneização e secá-las. Amostras de solo foram passadas em peneira com malha de 2 mm e analisadas quanto aos atributos químicos e físicos (EMBRAPA, 2011), cujos resultados encontram-se na Tabela 1.



Figura 3. Amostra coletada do solo utilizado no experimento.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo e caracterização da água utilizados no experimento de mudas de atemoia

Física	Valores	Fertilidade	Valores	Água	Valores
AG (g kg ⁻¹)	454	pH em água (1:2,5)	7,03	pH	7,9
AF (g kg ⁻¹)	435	P (mg dm ⁻³)	28,88	CE (dS m ⁻¹)	0,68
Silte (g kg ⁻¹)	192	K ⁺ (mg dm ⁻³)	290,00	Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,56
Argila (g kg ⁻¹)	219	Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,31	Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,32
Ada (g kg ⁻¹)	27	Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	4,50	Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	3,81
GF (%)	87,7	Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	2,10	K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,28
Ds (g cm ⁻³)	1,00	Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	SO ₄ ⁻² (mmol _c L ⁻¹)	0,50
Dp (g cm ⁻³)	2,61	H ⁺ +Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	1,73	CO ₃ ⁻² (mmol _c L ⁻¹)	0,40
Pt (m ³ m ⁻³)	0,62	SB (cmol _c dm ⁻³)	7,65	HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	7,50
Ucc (g kg ⁻¹)	169,3	CTC (cmol _c dm ⁻³)	9,38	Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	1,00
Upmp (g kg ⁻¹)	117,91	V (%)	81,56	RAS (mmol _c L ⁻¹)	3,93
Ad (g kg ⁻¹)	51,40	m (%)	0,00	PST (%)	4,33
Classe textural	Franco argiloso arenosa	M.O (g kg ⁻¹)	21,83	Classificação	C ₂ S ₁

AG = Areia grossa; AF = Areia fina; Ada = Argila disponível em água; GF = Grau de floculação (argila – Ada/argila)*100; Ds = densidade do solo; Dp = Densidade de partícula; Pt = Porosidade total; (1 - (Ds/Dp)*100) Ucc = Umidade volumétrica ao nível da capacidade de campo – 0,033 Mpa; Upmp = Umidade ao nível do ponto de murchamento permanente - 1,5 Mpa; Ad = água disponível, M.O = Matéria orgânica; SB = Soma de bases (Ca⁺²+Mg⁺²+K⁺+Na⁺); CTC = Capacidade de troca de catiônica = [SB+(H⁺+Al⁺³)]; V = Saturação por base = (SB/CTC) x 100; m = (100 x Al³) / t = (100 x Al³) / Ca⁺² + Mg⁺² + K⁺ + Na⁺ + Al⁺³).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída por quatro mudas. Foram avaliados quatro doses de superfosfato simples (0; 2,0; 4,0 e 6,0 g dm⁻³) e quatro concentrações de biofertilizante bovino: 0; 20; 40 e 60%, aplicando 300 ml por recipiente.

Tabela 2. Composição dos tratamentos compostos por superfosfato simples e biofertilizante.

Tratamentos	Superfosfato simples (g dm ⁻³)	Biofertilizante (%)
1	0	0
2	0	20
3	0	40
4	0	60
5	2	0
6	2	20
7	2	40
8	2	60
9	4	0
10	4	20
11	4	40
12	4	60
13	6	0
14	6	20
15	6	40
16	6	60

Foram adquiridos frutos da variedade ‘Gefner’, oriundas da Ceasa de Recife, PE, os quais foram despulpados manualmente para extração das sementes, lavados sob água corrente, em seguida as sementes foram submetidas à imersão em água por 30h, visando à superação da dormência, conforme Lemos et al. (1988). Posteriormente, as sementes foram postas para secar em local ventilado e parcialmente sombreado durante um dia. Em seguida foram semeadas em cada bolsa de polietileno quatro sementes, a uma profundidade de 1 cm. Aos 35 dias após germinação das sementes, foi realizado o desbaste das plântulas, mantendo apenas uma planta mais vigorosa em cada recipiente.

Na formação das mudas foram utilizados recipientes de polietileno, com capacidade de 3 dm³ de substrato e acondicionados em bancadas de alvenaria. Os substratos utilizados foram obtidos pela combinação de solo (60%), vermiculita (30%) e areia (10%) do volume do substrato conforme Alves, (2012). O solo foi peneirado em malha de 2 mm e acondicionado nos recipientes, deixando-se cerca de 2,0 cm entre a superfície do solo e a borda superior do recipiente para facilitar a irrigação. O superfosfato simples - 18% de P₂O₅ foi aplicado todo de uma só vez, sendo misturado ao substrato no preparo das mudas. Após terem sido preparadas as mudas, foram irrigados até atingir próximo à capacidade de campo.

O biofertilizante enriquecido a base de esterco bovino foi produzido, de forma anaeróbia, em recipiente plástico, com capacidade para 240 litros, contendo uma mangueira ligada a uma garrafa plástica com água para retirada do gás metano produzida no interior do recipiente pela fermentação das bactérias anaeróbias, conforme (Figura 4). O material utilizado para produção do referido fertilizante constou de 70 kg de esterco verde de vacas em lactação e de 120 L de água, além de 5 kg de açúcar e 5 L de leite para aceleração do metabolismo das bactérias, 4 kg de pó de rocha (MB-4), 5 kg de leguminosa e 2 kg de cinza de madeira. O produto ficou pronto em torno de 30 a 35 dias, em seguida, o material foi coado para separar a parte líquida da sólida.

O biofertilizante foi aplicado em volume equivalente a 10% do volume do substrato (300 mL) nas concentrações de 0,0; 20; 40 e 60%. Foram realizadas três aplicações subsequentes do biofertilizante a cada 30 dias, a primeira aplicação do biofertilizante foi feita 55 dias após a semeadura (DAS) quando as plantas apresentaram quatro folhas bem definida. O biofertilizante bovino apresentou a seguinte caracterização química (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização na matéria seca do biofertilizante bovino enriquecido utilizado no experimento.

Biofertilizante bovino enriquecido					
pH	CE	Matéria Seca	N	P	K
H ₂ O (1:2,5)	dS m ⁻¹	%.....	g L ⁻¹	g L ⁻¹	g L ⁻¹
7,1	5,6	1,505	0,838	0,211	0,533



Kátia Otilia Gomes Dutra

Figura 4. Biofertilizante preparado para o experimento.

A irrigação foi realizada diariamente sempre pela manhã, através de regadores de plástico no intuito de favorecer a drenagem da água de irrigação e evitar o encharcamento do substrato.

Mensalmente foi avaliada a altura e o diâmetro, para posterior cálculo das taxas de crescimento absoluto (TCA) e crescimento relativo (TCR). No final do experimento, aos 185 dias após implantação do experimento foram determinados o comprimento da raiz, área foliar, área foliar específica e razão da massa foliar, a massa da matéria seca da folha, caule, parte aérea e a relação raiz/parte aérea.

A medição da altura (AP) das mudas de atemoeira foi realizada com régua graduada em centímetros, tomando como referência a distância do colo ao ápice da planta e o diâmetro do colo (DC) será mensurado com auxílio de um paquímetro digital de 0,1 mm de precisão, no colo da planta a 1 cm do solo.

A partir dos dados de altura e diâmetro verificados mensalmente, foram obtidas as taxas de crescimento absoluto (TCA) e crescimento relativo (TCR) conforme Benincasa (2003) e Floss (2004).

Em que:

TCA = taxa de crescimento absoluto em altura ou diâmetro,

TCR = taxa de crescimento relativa em altura ou diâmetro;

M1 = Medição inicial da altura ou diâmetro;

M2 = Medição final da altura ou diâmetro;

t2-t1 = Intervalo de tempo;

$\ln$ = Logarítmo neperiano.

O comprimento da raiz foi mensurado através de uma régua graduada em centímetro no final do experimento.

Para a variável área foliar (AF), as leituras foram realizadas ao final do experimento, as plantas foram retiradas dos recipientes, lavadas em água corrente e em seguida foram digitalizadas com câmera digital. Posteriormente, as imagens foram processadas no software Sigma Scan Pro 5.0 Demo (www.spss.com).

A razão de massa foliar (RMF – $\text{g}^2.\text{g}^{-1}$), foi calculada pela relação entre a matéria seca de folha e matéria seca total.

A massa da matéria seca das mudas de atemoeira foi obtida das folhas, caules e raízes colocando o material em estufa de ar-forçado a 65 °C, até peso constante.

Área foliar específica (AFE – g cm^{-2}): foi calculada pela relação entre massa da matéria seca foliar e a área foliar (FLOSS, 2004), de acordo com a seguinte fórmula:

Em que:

AFE: Área foliar específica (g cm^{-2});

MSF: Massa da matéria seca das folhas (g);

AF: Área foliar (cm^2).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960) foi determinado mediante a seguinte fórmula:

IQD _____
 — _____

Em que:

MMST: Massa da massa seca total (g);

H: Altura da parte aérea (cm);

D: Diâmetro do colo (mm)

MMSR: Massa da matéria seca das raízes (g);

MMSPA: Massa da massa seca da parte aérea (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão até 10% de significância, utilizando o programa SAS (SAS, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

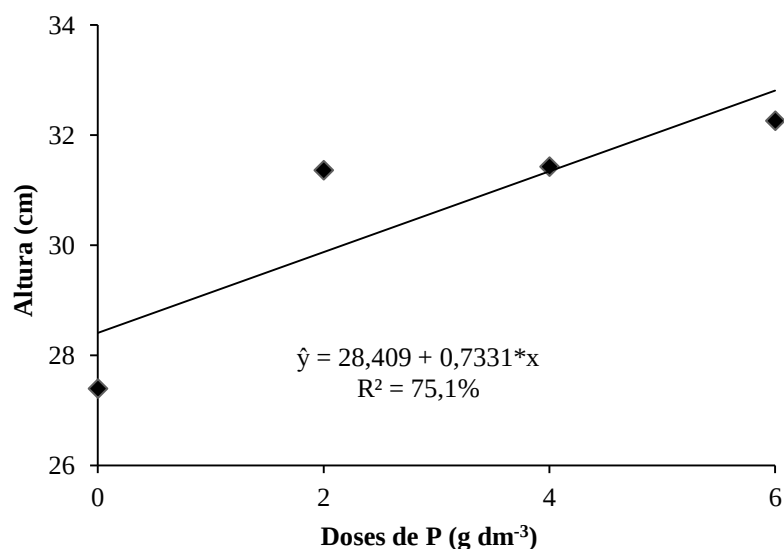
3.1. Crescimento

3.1.1. Altura de mudas (AM)

O aumento das doses de fósforo elevou lineamente o crescimento em altura das plantas (Figura 5), com valor máximo de 32,25 cm na maior dose de 6 g dm⁻³ de P, com acréscimo de 17,8% quando comparado com a dose de 0 g dm⁻³ de P.

Situação semelhante foi observado por Hawerth et al. (2013) ao avaliarem doses de adubo de fósforo de liberação lenta na produção de mudas de pinheira, por outro lado Alves (2012) o aumento das doses de superfosfato simples inibiu a altura das mudas de atemoia, apresentando maiores valores na ausência da adubação com o fertilizante aplicado.

Os menores valores no solo sem P segundo Grant et al. (2001), justificam as limitações de P no início do ciclo vegetativo e podem restringir o crescimento, o P é essencial as planta.



*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 5. Altura de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

Quanto ao biofertilizante as doses não influenciaram a altura das mudas, com média de 30,60 cm. Tais resultados discordam dos obtidos por Andrade (2013) avaliando as mudas de

graviola, cultivadas em doses de esterco bovino obteve o maior valor em altura de planta de 4,18 cm. Fato observado também Paiva et al. (2013) verificou-se que com o aumento da dose de esterco bovino aumentou a altura das mudas de pinheira.

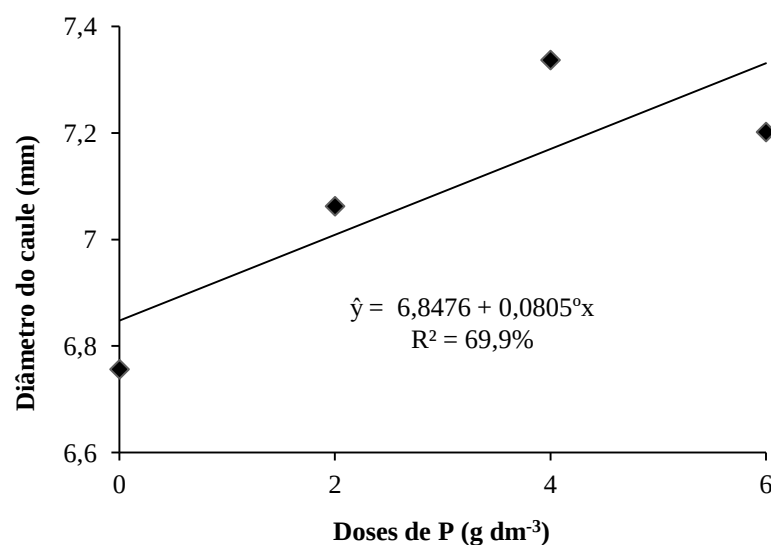
Possivelmente o biofertilizante não influenciou as mudas de atemoia pelo fato que adubação orgânica apresenta limitações quando em baixas concentrações, segundo Fernandes et al. (2004) o biofertilizante apresenta baixa concentração de nutrientes em relação às quantidades exigidas pela maioria das culturas, o que sugere a aplicação de grandes quantidades de adubos para suprir as necessidades das plantas.

3.1.2. Diâmetro do caule (DC)

Verificou-se aumento linear do diâmetro do caule, evidenciando um aumento de 0,0805 mm a cada g dm^{-3} de P aplicado no substrato, com valor máximo de 7,33 mm na dose 4 g dm^{-3} de P, com acréscimo de 8,58% quando comparado a dose de 0 g dm^{-3} de P (Figura 6).

Os resultado discordam dos obtidos por Freitas et al. (2013) ao analisar fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira, onde o aumento das doses de Cosmofert® reduziu o diâmetro do colo das mudas de pinheira, sendo o diâmetro máximo (6,20 mm) obtido na ausência do fertilizante. Esse comportamento difere de Hawerroth et al. (2013) ao obterem incremento no diâmetro com o aumento do fertilizante de liberação lenta Osmocote.

Para Tavares Junior (2004) o diâmetro do caule das mudas está relacionado com o aumento da quantidade de reservas carregadas das folhas até o caule, estimulando a atividade do câmbio vascular, responsável pelo crescimento em espessura. Leitão et al. (2009) exalta a importância do diâmetro do caule, em que está variável é diretamente relacionado com o vigor da planta.



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 6. Diâmetro do caule de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

As concentrações de biofertilizante não influenciaram o diâmetro do caule, com média de 7,08 mm.

Segundo Campos et al. (2008) e Rodolfo Júnior et al. (2008), afirmam que plantas cultivadas apenas com biofertilizante bovino crescem menos. Podendo possivelmente ter ocorrido isto com as mudas de atemoia nas doses de biofertilizante. Taiz e Zeiger (2013) relatam que o suprimento inadequado dos elementos essenciais às plantas causa distúrbios nos processos metabólicos e fisiológicos das plantas.

Esses resultados corroboram os de Melo et al. (2011) estudando crescimento inicial de mudas de graviola, a utilização de biofertilizante bovino não afetou o diâmetro caulinar.

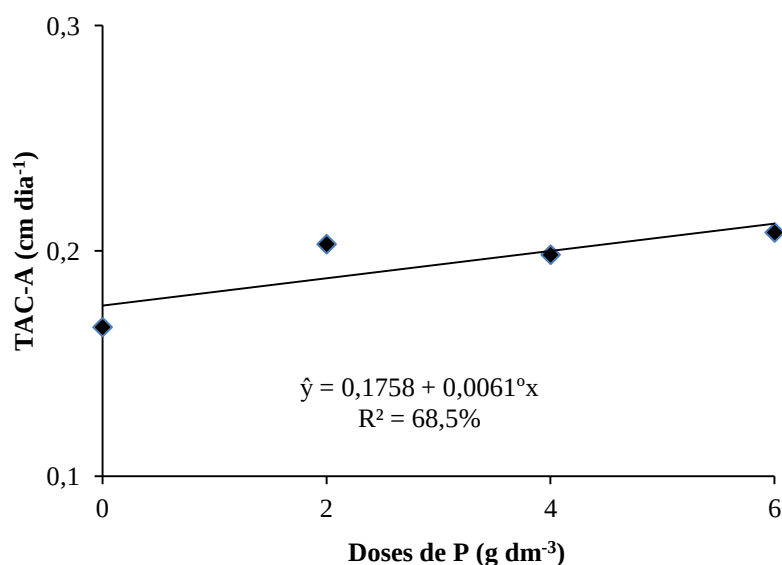
3.1.3. Taxa absoluta de crescimento da altura (TAC-A)

Verificou-se que os valores obtidos ajustaram-se ao modelo de regressão linear crescente. Observa-se um aumento unitário de 0,0061 cm dia⁻¹ a cada g dm⁻³ de P aplicado, os com valor máximo em taxa absoluta de crescimento de 0,2082 (cm dia⁻¹) na dose 6 g dm⁻³ P, verificando-se acréscimo de 25,27%, quando comparado a dose 0 g dm⁻³ P.

Barbieri et al. (2011) afirma que o fósforo é indicado para o crescimento de plantas de urucum em viveiro, por promoverem adequadas respostas dos índices fisiológicos,

contribuindo com o desenvolvimento. Fato também comprovado Fey et al. (2010) no crescimento de mudas de maracujazeiro, onde a dose de $2,78 \text{ kg m}^{-3} \text{ P}$ obteve melhor de TCA.

De acordo com a literatura relatada por Salisbury e Ross (1992) absorção do P é determinado tanto pelo pH como pela disponibilidade de P, uma vez que a velocidade de absorção diminui quando seu teor é limitado. Fato que não foi evidenciado no presente trabalho, onde o pH e a disponibilidade do fósforo possivelmente tenha contribuído para o aumento da TAC-A.



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 7. Taxa absoluta de crescimento em altura de plantas de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

As concentrações de biofertilizante não influenciaram a TAC-A, com média de $0,193 \text{ cm dia}^{-1}$. Possivelmente o complexo químico de macro e micronutrientes, tenha provocado reações antagônicas, refletindo em perdas de crescimento em (TAC-A), que pode ter ocorrido no insumo orgânico enriquecido (CAVALCANTE et al., 2007).

Esses resultados discordam os apresentados por Mesquita et al. (2014) na avaliação da taxa de crescimento absoluto de mamão, o solo com biofertilizante enriquecido estimulou o aumento da taxa de crescimento absoluto das mudas de mamão.

3.1.4. Taxa relativa de crescimento do diâmetro (TRC-D)

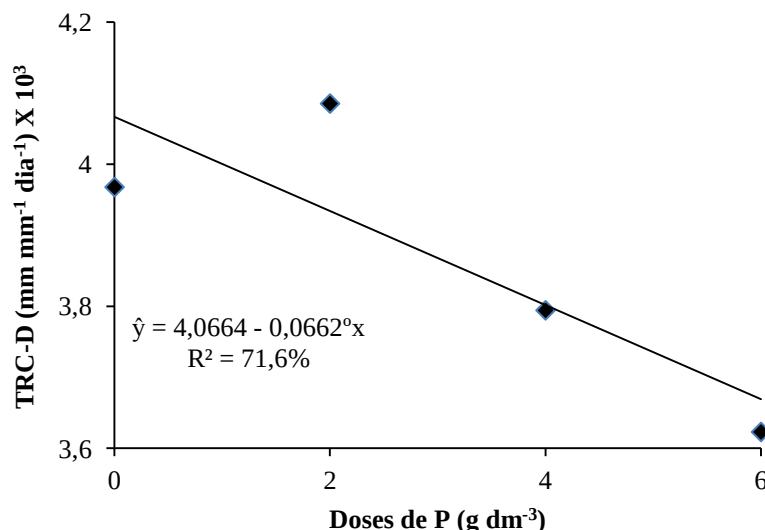
Os valores de TRC-D diminuíram linearmente em função das doses de P (Figura 8), verificando-se, um decréscimo unitário de $0,0662 \text{ (mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \times 10^3$ a cada g dm^{-3} de P aplicado, com menor valor de $3,6231 \text{ mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1} \times 10^3$ na dose de 6 g dm^{-3} de P, com decréscimo 12,75 % quando comparado com a dose de 0 g dm^{-3} de P.

Fato observado por Alves (2012) onde o superfosfato simples proporcionou aumento da TRC-D até a dose de $3,6 \text{ g dm}^{-3}$, reduzindo a partir desse limite a taxa relativa de crescimento em diâmetro de mudas de atemoia.

Segundo Santos et al. (2004) e Aguiar Netto et al. (2000) a taxa relativa de crescimento pode ser considerada um índice de eficiência da planta, que representa a capacidade da mesma em produzir material novo.

Possivelmente, o decréscimo na taxa de crescimento relativo tenha ocorrido pelo acréscimo da massa seca acumulada pelas plantas, o qual aumentou a necessidade de fotoassimilados para a manutenção das estruturas já formadas, diminuindo a quantidade disponível para o crescimento (FERRARI et al., 2008).

Fey et al. (2010) consideram a TCR como um índice de eficiência, já que representa a capacidade da planta em produzir material novo.



$^{\circ}$: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 8. Taxa relativa de crescimento em diâmetro do caule de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

Observa-se que as concentrações de biofertilizante não influenciaram TRC-D, com média de $3,8677 \text{ mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1} \times 10^3$.

Provavelmente com as aplicações sucessivas do biofertilizante, o insumo tenha induzido um desequilíbrio nutricional às plantas de atemoia, neste sentido Gupta (1979), afirma que os limites entre deficiências e toxicidades de micronutrientes são próximos.

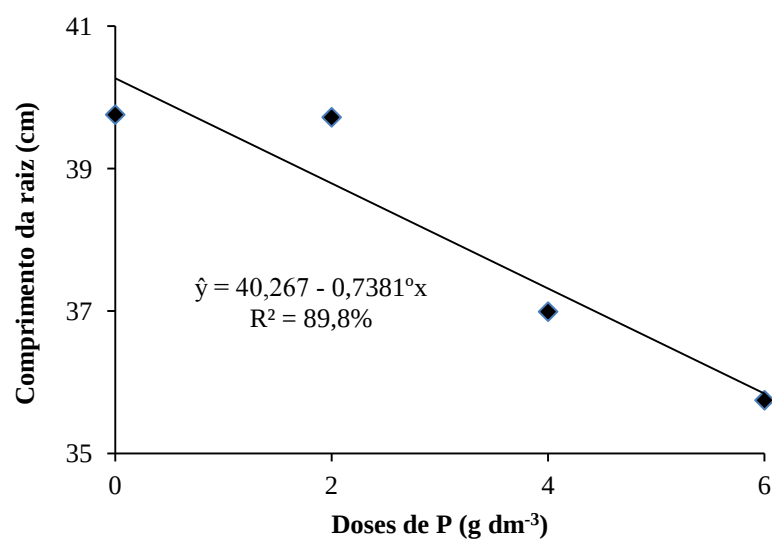
Os resultados são similares aos de Melo et al. (2011) estudando crescimento inicial de mudas de gravioleira, o biofertilizante não evidenciou efeito significativo na taxa de relativa de crescimento em diâmetro.

3.1.5. Comprimento da raiz (CR)

O comprimento da raiz de mudas de atemoia foi influenciado pelas doses de fósforo, ajustando-se a um modelo de regressão linear decrescente, com diminuição de 0,7381 cm a cada g dm^{-3} de P aplicado, com menor valor de 35,74 cm na dose 6 g dm^{-3} de P, com decréscimo de 11,21% quando comparado a dose a 0 g dm^{-3} P.

Os resultados discordam os encontrados por Dantas et al. (2010), onde obtiveram encontrou efeito positivo com o aumento das doses de superfosfato triplo sobre comprimento do sistema radicular (CSR), ajustou-se a um modelo linear crescente, obtendo valor máximo na dose 10 kg m^{-3} , cuja média de crescimento foi de 25, 39 centímetros para mudas de pinheira.

Segundo Barber (1984) a absorção do fósforo pelas raízes das plantas depende de vários fatores, tais como, mecanismo de difusão é o principal responsável pelo contato entre o fosfato e as raízes no solo, como também dependendo da concentração do nutriente na solução, possivelmente tais fatores talvez tenham restringido absorção do fósforo pelas mudas de atemoia.



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

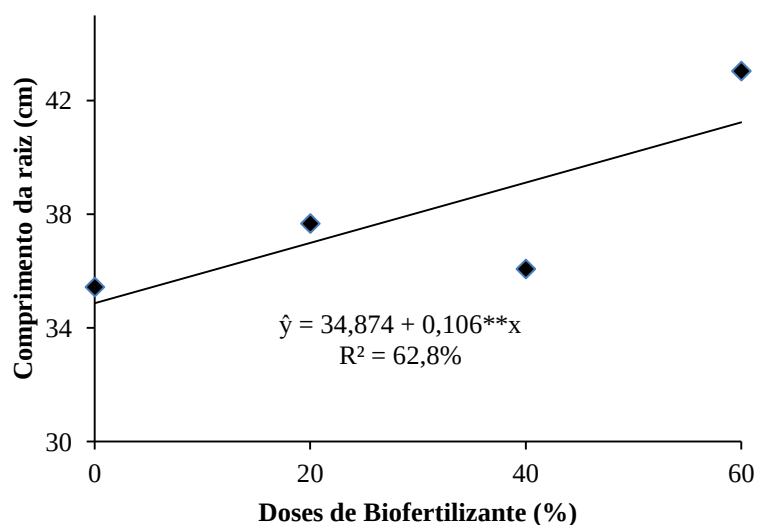
Figura 9. Comprimento da raiz de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

Verifica-se que comprimento da raiz foi influenciado pelas concentrações de biofertilizante, ajustando-se ao modelo linear crescente, com um aumento de 0,106 cm a cada % da concentração de biofertilizante aplicado via substrato, com valor máximo de 43,03 cm na concentração de 60% de biofertilizante, com acréscimo de 21,45% quando comparado com a dose a 0% de biofertilizante (Figura 10).

Véras et al. (2014) analisando o efeito de fertilização orgânica em plântulas de pinheira, não constatarem influencia das doses do fertilizante orgânico sobre diâmetro caulinar. Fato observado por Marini (2011) que a utilização de biofertilizante afetou área radicular de mudas de graviola.

Já Mesquita et al. (2015b) verificaram que o comprimento radicular foi estimulado pelo teor de matéria orgânica presente na constituição do biofertilizante.

Esse crescimento radicular pode ser atribuído pela biofertilizante apresentar uma rápida absorção pelas plantas sendo ideal para crescimento de plantas, e também para culturas de ciclo curto. Segundo Penteado et al. (2010) os biofertilizante contêm todos o elementos que a planta necessita, portanto pode favorece o crescimento da planta.



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 10. Comprimento da raiz de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de biofertilizante. Areia, PB, 2016.

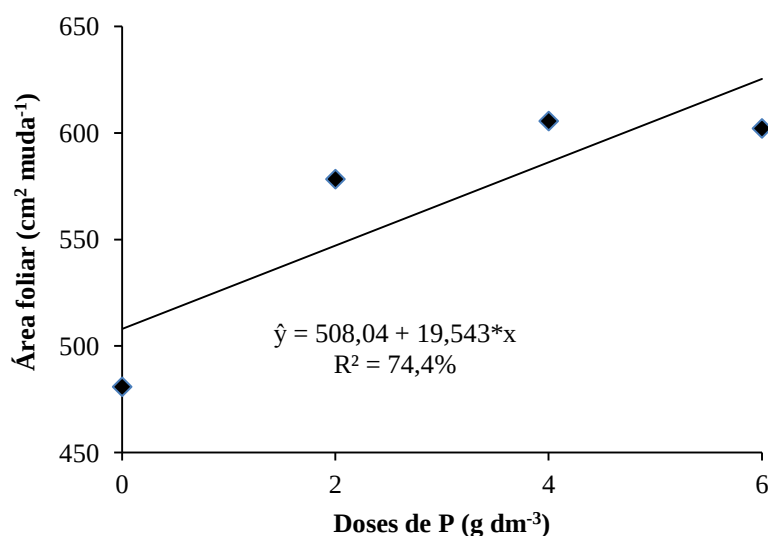
3.1.6. Área foliar (AF)

Nota-se que a área foliar foi influenciado pelas doses de fósforo, ajustando-se a um modelo de regressão linear crescente, com um aumento unitário de $19,543 \text{ cm}^2 \text{ muda}^{-1}$ a cada g dm^{-3} de fósforo aplicado, com valor máximo de $605,51 \text{ cm}^2 \text{ muda}^{-1}$ na dose 4 g dm^{-3} de fósforo, com acréscimo de 25,92% quando comparado com a dose 0 g dm^{-3} de fósforo (Figura 11).

Corroborando com esses resultados, Freitas et al. (2013) verificaram incremento em número de folhas de $(15,79 \text{ folhas muda}^{-1})$, com $12,10 \text{ mL dm}^{-3}$ ($165,0 \text{ mg P muda}^{-1}$) de Cosmofert®, acima dessa dose foi verificada diminuição no número de folhas ao estudando fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira.

Fato também evidenciado por Alves (2012) avaliando crescimento inicial de mudas de atemoieira, verificou que adubação com superfosfato simples nas doses de $4,0$ e $8,0 \text{ dm}^{-3}$ aumentaram a área foliar das mudas de atemoia nos substratos.

De acordo com Klooster et al. (2012) quanto maior o índice de área foliar associado com adubação, maior é a interceptação de luz, aumentando a produção de biomassa das plantas, como observado na presente pesquisa, em que na maior dose de fósforo, foi registrada a maior área foliar, e conseqüentemente, maior massa seca de mudas de atemoia.



*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 11. Área foliar de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

Já as concentrações de biofertilizante não influenciaram a área foliar das mudas de atemoia ‘Gefner’, com média de 566,67 cm².

Essa situação discorda da constatada por Dantas et al. (2013) onde o biofertilizante influenciou a área foliar de mudas de pinheira, com valores 341,5 cm² planta⁻¹. Fato também evidenciado por Marini et al. (2011) em que o biofertilizante bovino proporcionou crescimento de 156 cm². planta⁻¹ em área foliar no crescimento inicial de mudas de gravioleira.

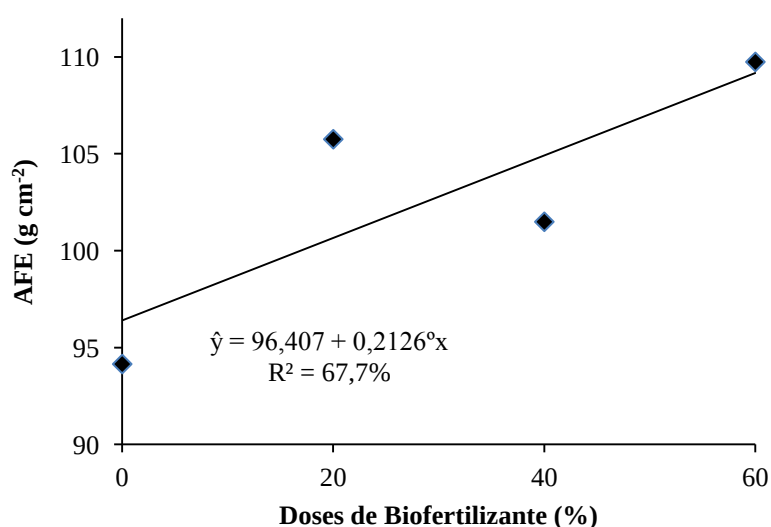
O biofertilizante perde do seu valor nutricional ao passar do tempo, que possivelmente pode ter apresentado deficiência em fósforo, apresentam crescimento retardado na área foliar, devido ao acúmulo de antocianina (Sanchez, 2007), principalmente nas nervuras e folhas mais velhas, em função da sua alta mobilidade no vegetal.

3.1.7. Área foliar específica (AFE)

A área foliar específica de mudas de atemoia foi influenciada pelas concentrações de biofertilizante bovino, ajustando-se a um modelo linear crescente, observando um aumento unitário de 0,2126 g cm⁻² a cada % da concentração de biofertilizante aplicado via substrato, com valor máximo de 109,74 g cm⁻² na concentração 60% de biofertilizante, com acréscimo de 16,55% quando comparado com a dose de 0% de biofertilizante.

Esses resultados discordam ao observados por Gomes (2011) ao avaliar diferentes doses de biofertilizante no crescimento de mudas de pinheira, o aumento das doses biofertilizante bovino proporcionou decréscimo de na área foliar unitária de mudas de pinheira, a testemunha obteve valor máximo de 22,42 cm².

Esta superioridade em área foliar específica está relacionada a uma melhoria no suprimento nutricional para a planta, não sendo este mais um fator restritivo. Segundo Santos (1992) e Cavalcante et al. (2008) o biofertilizante disponibiliza nutrientes à planta, além melhorar as condições físicas, químicas e biológicas, bem como a diversidade de microorganismos, promovendo assim um melhor crescimento.



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 12. Área foliar específica de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de biofertilizante. Areia, PB, 2016.

As doses de fósforo não influenciaram a área foliar específica de mudas de atemoia ‘Gefner’, com média de 102,78 g cm⁻².

Como o biofertilizante passou muito tempo armazenado, possivelmente o potencial nutritivo tenha sido reduzido ao passar do tempo, neste mesmo sentido Rodolfo Júnior et al. (2008), afirma que as plantas tratadas apenas com biofertilizante comum, em geral, apresentaram sintomas de deficiência de K.

De acordo com Hawerroth et al. (2013), a adequada fertilização aumentaram significativamente a área foliar média de mudas de pinheira, obtendo-se valor 331,4 cm², com a dose de 9,3 m⁻³ do adubo de liberação lenta Osmocote (kg m⁻³).

3.2. Massa seca da planta

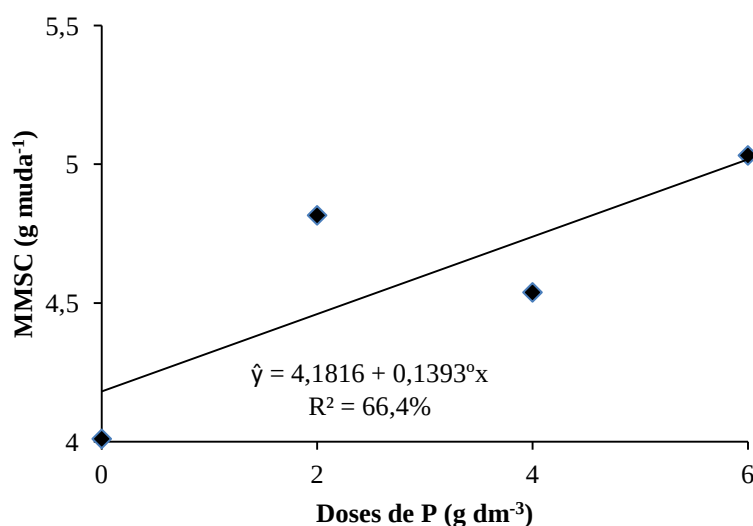
3.2.1. Massa de matéria seca do caule (MMSC)

A massa da matéria seca do caule de mudas de atemoia foi influenciada pelas doses de fósforo, ajustando-se a um modelo de regressão linear crescente, com aumento unitário de 0,1393 g muda⁻¹ a cada g dm⁻³ de P aplicado (Figura 13), com valor máximo de 5,03 g muda⁻¹ quando aplicou-se a dose 6 g dm⁻³ de P, apresentando incremento de 25,46%, quando comparado com a dose 0 g dm⁻³ de P.

Os resultados estão coerentes aos de Hawerroth et al. (2013) a massa da matéria seca do caule de muda de pinheira foram influenciada significativamente pelo adubo de liberação lenta, o máximo desempenho foi obtido na dose de 8,8 kg m⁻³.

Alves (2012) não constatou influencia das doses de superfosfato simples sobre essa variável para crescimento inicial de mudas de atemoia. Fato também o evidenciado por Dantas et al. (2010) ao avaliar o crescimento inicial de pinheira (*Annona squamosa* L.), as suas doses de superfosfato triplo não influenciaram a massa da matéria seca do caule.

O fósforo esta envolvido em transferência de energia como (ADP, PPi, NADPH etc.), e dentre os muitos efeitos que a giberelina é responsável no desenvolvimento vegetal, um dos mais proeminentes é certamente sobre o crescimento caulinar que necessita de energia, podendo ser atribuído esse maior acúmulo de massa seca caulinar (KERBAUY, 2013).



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 13. Massa da matéria seca do caule de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

Por outro lado, as concentrações de biofertilizante não influenciaram a massa da matéria seca do caule, com média de 4,59 g mudas⁻¹.

Possivelmente por ter sido utilizado neste trabalho um biofertilizante enriquecido, as doses mais altas podem ter provocado toxicidade devido à concentração de sais presentes no mesmo, ou seja, reduzindo o crescimento das mudas de atemoia.

Lima (2011) observou que quando se aumento as doses de biofertilizante sobre massa seca do caule em mudas de pinheira, houve um decréscimo unitário de -0,0054 g muda⁻¹ a cada ml/planta/vez de biofertilizante, obtendo menor valor de 0,92 g muda⁻¹.

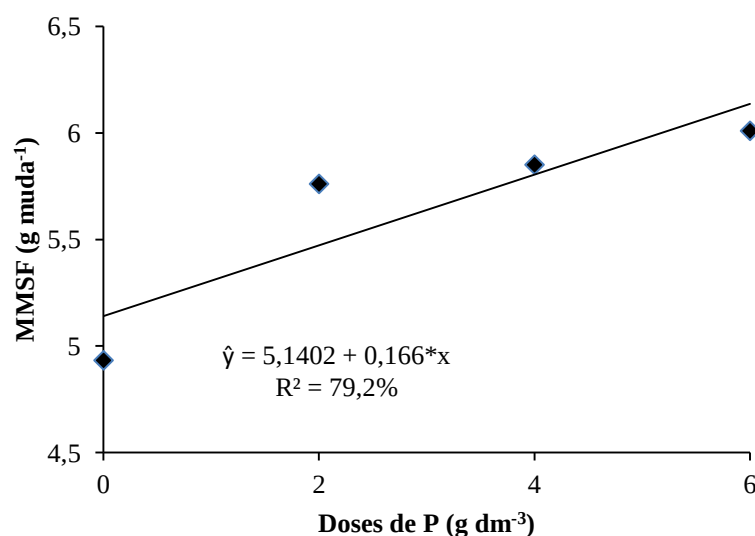
3.2.2. Massa de matéria seca da folha (MMSF)

Nota-se que a massa de matéria seca da folha de plantas de atemoia ‘Gefner’, foi influenciado pelas doses de fósforo, ajustando-se a um modelo linear crescente, com um aumento unitário de 0,166 g muda⁻¹ a cada dose de fósforo aplicado no substrato, alcançando valor máximo de 6,00 g muda⁻¹ na dose de 6 g dm⁻³ de P, com decréscimo de 21,70% quando comparado a dose 0 g dm⁻³ de P (Figura 14).

Essa situação foi constatada por Alves (2012) onde a maior dose estuda de superfosfato (8,0 g dm⁻³) proporcionou aumentou na massa da matéria seca foliar das mudas de atemoia. Fato observado por Hawerroth et al. (2013) quando adubou as mudas de pinha com adubo de liberação lenta, o máximo valor foi obtidos na dose de 10,0 kg m⁻³ de osmocote®.

Os resultados encontrados por Freitas et al. (2013) discordam, onde as o aumento das doses de Cosmofert® não influenciaram a massa de matéria seca da folha, evidenciando valor médio de 130 g muda⁻¹ para o desenvolvimento inicial de mudas de pinheira.

Aplicação de fósforo na fase inicial é de suma importância para se produzir uma muda de atemoia bem nutrida e de boa qualidade fitossanidade sanitária, sendo que o P é altamente exigido para o desenvolvimento do sistema radicular e a formação de folhas. Fato mencionado no trabalho de Hawerroth et al. (2013) a partição da matéria seca obedece a um equilíbrio funcional entre a disponibilidade de carbono e de nitrogênio (ANDRIOLO, 2004). O acúmulo de assimilados de carbono na parte aérea induz o crescimento das raízes e a absorção mineral, a fim de restabelecer o equilíbrio entre as concentrações desses dois elementos (HAWERROTH et al., 2013).



*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 14. Massa da matéria seca da folha de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

Já as concentrações de biofertilizante não influenciaram a massa da matéria seca da folha, com média de 5,63 g muda⁻¹.

Vale ressaltar que a super-dosagem pode ser prejudicial ao acúmulo de matéria seca folha. As altas doses de biofertilizantes podem ser prejudiciais ao desenvolvimento das plantas em função de sua alta condutividade elétrica (DEVIDE et al., 2000).

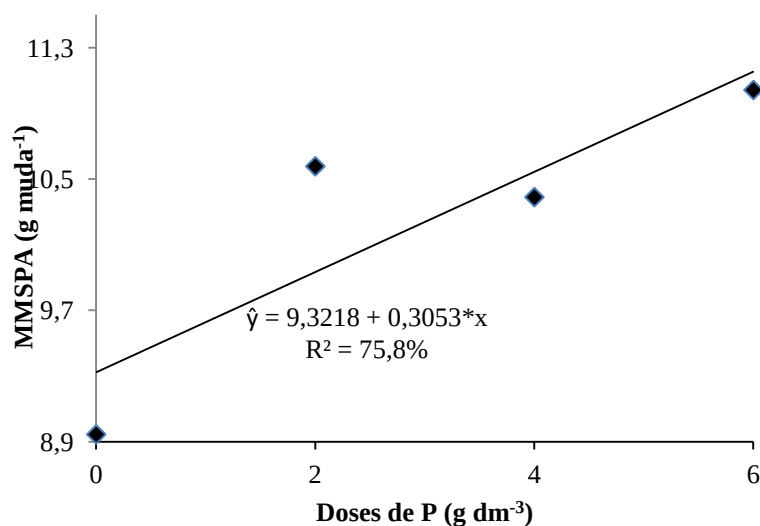
Já Lima (2011) obteve influencia do biofertilizante sobre massa seca da folha, entretanto, com o aumento da dose de biofertilizante houve uma perda de -0,0093 g muda⁻¹ a cada mL de biofertilizante aplicado, o valor máximo de 3,92 foi obtido com na ausência do biofertilizante (testemunha).

3.2.3. Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA)

A massa de matéria seca da parte foi influenciada pelas doses de fósforo, ajustando-se a um modelo de regressão linear crescente, observando um aumento unitário de 0,3053 g muda⁻¹ a cada g dm⁻³ de P aplicado via substrato (Figura 15), com valor máximo de 11,04 g muda⁻¹ obtido na dose 6 g dm⁻³, com incremento de 23,48% quando comparado com a dose 0 de g dm⁻³ de P.

Os resultados de Freitas et al. (2013) corroboram aos encontrados, avaliando adubação fosfatada no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira verificado para a matéria seca da parte aérea, foi verificado um aumento ($5,38 \text{ g muda}^{-1}$) até a dose de $10,95 \text{ mL dm}^{-3}$ ($149,3 \text{ mg P muda}^{-1}$) de Cosmofert® . Fato similar observado por Alves (2012) estudando adubação com superfosfato simples em mudas de atemoia, em que a dose de $8,0 \text{ g dm}^{-3}$ aumentou a massa da matéria seca da parte aérea das plantas.

De acordo com Dias et al. (2009) o fósforo pode alterar o desenvolvimento da planta, atuando como nutriente que estimula a produção de fitomassa. Estudos tem evidenciado a influência do fósforo sobre a massa seca, Samarão et al. (2011) verificou que aplicação de doses crescentes de fósforo no solo proporcionou incrementos na massa seca da parte aérea de mudas de graviola. Hawerroth et al. (2013) avaliando doses de osmocote no crescimento inicial de pinha influenciaram a massa da matéria seca da parte aérea



*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 15. Massa da matéria seca da parte aérea de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

Por outro lado, as concentrações de biofertilizante não influenciaram a massa da matéria seca da parte aérea de mudas de atemoia ‘Gefner’, com média de $5,63 \text{ g muda}^{-1}$.

Este efeito possivelmente pode ser atribuído à alta condutividade elétrica do biofertilizante, em função da alimentação do animal.

Já Dantas et al. (2013) encontraram resultados diferentes ao estudar mudas de pinha adubadas com biofertilizante, evidenciando efeito significativo para interação esterco bovino versus biofertilizante na produção de biomassa seca da parte aérea.

No trabalho de Andrade (2013), as mudas de graviola cultivadas no tratamento com a concentração de esterco bovino apresentaram os maiores valores em massa seca parte aérea (1,28 g).

3.2.4. Relação da raiz parte aérea (R/PA)

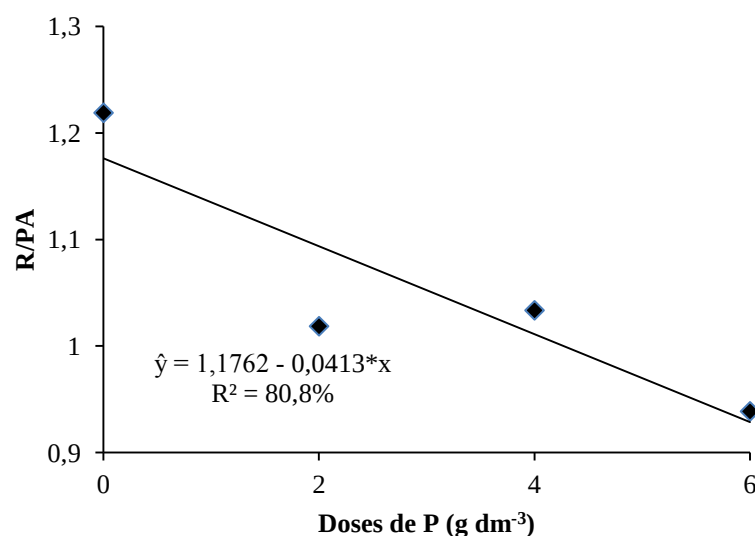
A relação da raiz com a parte aérea de mudas de atemoia foi influenciada pelas doses de fósforo, ajustando-se ao modelo linear decrescente. Evidenciando-se um decréscimo unitário de -0,0413 a cada g dm^{-3} de P aplicado ao substrato (Figura 16), com valor mínimo de 0,9386 na dose de 6 g dm^{-3} , com decréscimos de 77,03% quando comparado com a dose 0 (g dm^{-3}) de P (Figura 16).

Alves (2012) obteve resultados similares, onde adubação dos substratos com superfosfato simples nas doses de 0, 4,0 e 8,0 g dm^{-3} apresentaram valores semelhantes para relação entre o peso da raiz e da parte aérea. Fato também evidenciado por Hawerroth et al. (2013) ao avaliar adubação com o fertilizante de liberação lenta na relação entre a massa de parte aérea e a massa seca de raízes que não foi influenciada pela adubação.

Freitas et al. (2013) o aumento das doses de Cosmofert® elevou o valor da relação MSPA/MSR. Sendo que a maior dose de Cosmofert®, 23,4 mL dm^{-3} (319,0 mg P muda⁻¹) responsável pelo maior valor da relação (2,64).

O aumento das doses de P sobre as mudas de atemoia possivelmente tenha provocado restrições ao crescimento, podendo ter alterado as relações entre biomassa aérea e radicular, bem como provocado alterações entre estádios vegetativos e reprodutivos (BALIGAR e FAGERIA, 1997; BUWALDA e GOH, 1982; MARSCHNER, 1998; MENGEL, 1983; PENG et al., 1993).

Segundo Grant et al. (2001) a relação raiz-parte aérea da planta aumenta quando existe deficiência de P no início do seu desenvolvimento. Isto significa que a redução no crescimento, por efeito da deficiência de P, o crescimento das raízes e da parte aérea é paralela à distribuição do P nestes órgãos. Os dados corroboram aos mencionados na literatura, onde houve redução no crescimento radicular das mudas de atemoia.



*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 16. Relação raiz parte aérea de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

As concentrações de biofertilizante não influenciaram a relação raiz parte aérea de mudas de atemoia, com média de 1,05.

Possivelmente o aumento da dose de biofertilizante enriquecido pode ter prejudicado o crescimento das mudas de atemoia, ressaltando que este insumo apresenta Na em sua composição. Fato evidenciado por Lima (2011) trabalhando com biofertilizante bovino na produção de mudas de pinheira, o aumento da dose de biofertilizante reduziu a relação raiz parte aérea encontrou efeito quadrático, com valor máximo de 5,72 na dose estimada de 105,75 mL/planta/vez.

Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Dantas et al. (2013) ao adicionar biofertilizante bovino nos tratamentos com 1 L de substrato não evidenciou efeito significativo para R/PA em mudas de pinha, com valor médio de 0,38.

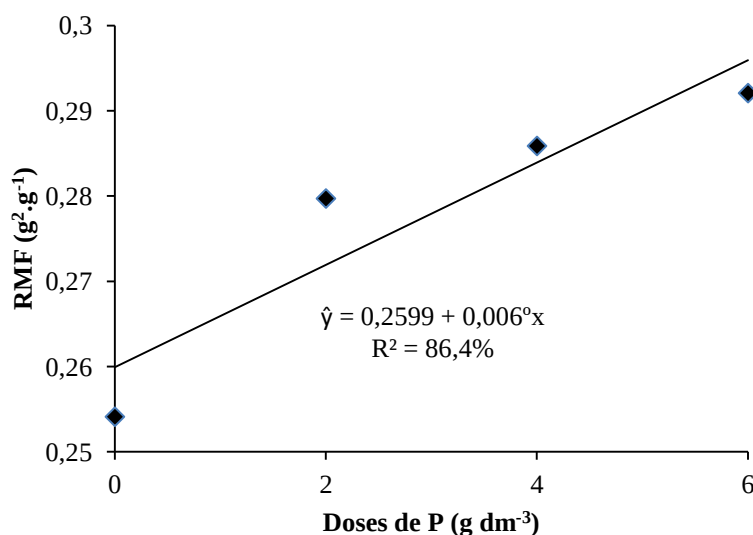
3.2.5. Razão massa foliar (RMF)

Verifica-se que a razão massa foliar de mudas de atemoia foi influenciado pelas doses de fósforo, ajustou-se a um modelo aumento linear crescente, com o aumento de $0,006 \text{ g}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ a cada g dm^{-3} de P aplicado no substrato, com valor máximo de $0,2920 \text{ g}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ na dose 6 g dm^{-3}

de P, evidenciando um incremento de 14,91% quando comparado a dose 0 g dm⁻³ de P (Figura 17).

Resultados similares foram encontrados por Baron (2010) ao estudar a 100% da solução nutritiva contendo fósforo, obteve valor de 0,3410 g².g⁻¹ de razão de massa foliar em plantas jovens de *Annona emarginata*, com incremento de 5,63% quando comparado com a solução nutritiva 25% contendo P.

O aumento RMF nas doses de fósforo pode-se atribuir possivelmente, em que o P participa de diversas funções no metabolismo das plantas, como a expansão foliar que é estreitamente relacionada à expansão das células epidérmicas e à concentração interna de fósforo no tecido.



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 17. Razão da massa foliar de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

Nota-se que as concentrações de biofertilizante não influenciaram a razão da massa foliar de mudas de atemoia, com média de 0,2779 g².g⁻¹.

Segundo Lugg e Sinclair (1980) demonstraram que a RMF decresce nas fases de aumento da área foliar, ou seja, na fase de desenvolvimento vegetativo. Portanto, os dados obtidos para razão de massa foliar coincidem com os da literatura.

Possivelmente tenha ocorrido proliferação foliar, levando a um aumento de peso, em detrimento ao acréscimo no restante dos órgãos do estiolantes.

3.2.6. Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Constatou-se que o índice de qualidade de Dickson foi influenciado significativamente pelas doses de fósforo e biofertilizante (Figura 18), evidenciando que ambos apresentaram comportamentos lineares, com interação positiva. Os maiores valores estimados dos índices foram obtidos na dose 6 dm^{-3} de P e na concentração de 60% de biofertilizante.

Soares et al. (2007), verificaram maior IQD (1,7) em mudas de gravioleira na dose máxima de fósforo (120 mg dm^{-3} P) ao estudar crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo.

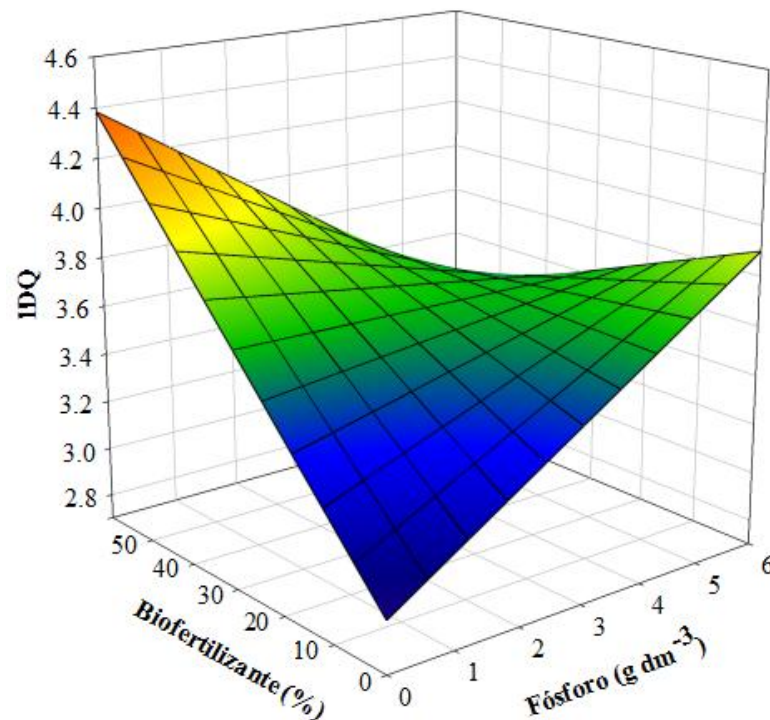
De forma semelhante Freitas et al. (2013) avaliando desenvolvimento inicial de pinha sobre doses de P, evidenciou que o aumento das doses de Cosmofert® aumentou os valores do índice de qualidade de Dickson, sendo o maior valor encontrado na dose estimada de $10,5 \text{ mL dm}^{-3}$ ($143,16 \text{ mg P muda}^{-1}$).

Diniz Neto et al. (2014) estudando mudas de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio, evidenciou resultado positivo do biofertilizante quando se aplicou CEa, onde no solo com biofertilizante superaram as do solo sem, pois quando se aplicou CEa houve foi marcadamente comprometida o IQD.

Esses resultados podem estar relacionados ao maior fornecimento de nutrientes provenientes do biofertilizante líquido nas maiores concentrações, durante o período experimental. Segundo Diniz et al. (2011) os fertilizantes orgânicos na forma líquida proporciona maior deslocamento dos nutrientes necessários as plantas.

O índice de qualidade de Dickson é apontado como bom indicador de qualidade de mudas porque são utilizados para seu cálculo a robustez (relação H/DC) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (relação MSPA/MSR) (CALDEIRA et al., 2005; CALDEIRA et al., 2007), ponderando os resultados de várias características morfológicas importantes empregadas para avaliação da qualidade. Quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda produzida (CALDEIRA et al., 2012).

$$IQD = 2,904 + 0,165659129*P + 0,024668763**B - 0,005640730**PB \quad R^2 = 56\%$$



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 18. Índice da qualidade de Dickson de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função da interação de doses de fósforo e biofertilizante. Areia, PB, 2016.

3.2.7. Teor foliar de P

O teor foliar de fósforo não foi influenciado pelas doses de P (g dm^{-3}) e concentrações de biofertilizante (%), com médias de $0,16 \text{ g kg}^{-1}$. Alves (2012), encontrou resultados acima dos evidenciados na pesquisa com a dose estimada de $4,7 \text{ g dm}^{-3}$ de P nas mudas de atemoia. Cavalcante et al. (2012) obteve valor de $1,79 \text{ g kg}^{-1}$ com o aumento das doses de matéria orgânicas (%) no estado nutricional de pinheira,

Provavelmente, o período do experimento não tenha sido suficiente para promover a solubilização do adubo e a adsorção, como também esse nutriente apresenta-se de forma pouco solúvel e móvel, sendo, portanto, de difícil assimilação pelas plantas.

Os valores de P encontrados neste trabalho estão abaixo dos recomendados por Manica (2000), que indica teores foliares de P normais de 0,22%. Mas segundo Cardozo et al. (1889) e Gazel Filho et al. (1994) os teores foliares de fósforo ideais estão entre 0,12 a 0,14%, sendo inferior aos obtidos com fósforo e biofertilizante.

4. CONCLUSÕES

1. O fósforo estimulou a maioria das variáveis do crescimento das mudas de atemoeira;
2. O aumento das doses de P inibiu a taxa relativa de crescimento em diâmetro, comprimento da raiz e relação raiz parte aérea;
3. A concentração de 60% de biofertilizante proporcionou maior comprimento da raiz, área foliar específica e índice de qualidade de Dickson.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR NETTO, A. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 901-907, 2000.
- ALVES, A. S. **Componentes e fertilidade de substratos na formação de mudas de atemoeira**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2012.
- ANDRADE, B. B. **Recipientes e fontes orgânicas em substratos na produção de mudas de gravioleira**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de plantas em ambiente protegido. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: Ed. UFV, 2004, p. 11-36.
- BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency. In: MONIZ, A.C. (Ed.) **Plant-soil interactions at low pH**. Campinas: SBCS, 1997. p.75-95.
- BARBER, S. A. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. New York: WileyInterscience, 1984. 398p.
- BARBIERI, D. J; BRAGA, L. F; SOUSA, M. P.; ROQUE, C. G. Análise de crescimento de *Bixa orellana* L. sob efeito da inoculação micorrízica e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, n.2, p.129-138, 2011.
- BARON, D. **Desenvolvimento de plantas jovens de *Annona emarginata* (SCHLTDL.) H. Rainer (Araticum-de-terra-fria) cultivadas em solução nutritiva**. 2010. 114 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, 2010.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BUWALDA, J.C.; GOH, K.M. Host-fungus competition for carbon as a cause of growth depressions in vesicular-arbuscular mycorrhizal ryegrass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.14, p.103-106, 1982.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77 - 84, 2012.
- CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, p. 1 - 8, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 3, n.2, p. 11 - 17, 2005.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; MORAIS, T. A.; MENEZES JUNIOR, J. C.; PRAZERES, S. S. Potássio, biofertilizante e cobertura morta: Efeito sobre o crescimento do maracujazeiro amarelo. **Revista Verde**, v.3, n.2, p.78-86, 2008.

CARDOSO, E. A.; SILVA, H.; SILVA, A. Q. Influencia da origem da sementes no desenvolvimento e concentração de nutriente de mudas de graviola (*Annona muricata* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, X, Fortaleza, 1889. **Anais**. Fortaleza: S.B.F., p. 201-204, 1889.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion fruit as function of biofertilizers bovine. **Fruits**, Paris, v.63, n.1, p.1-10, 2008.

CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; CURVÊLO, C. R. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, n.3, p.579-588, 2012.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; BECKMANCAVALCANTE, M. Z. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.1, p. 15-19, 2007.

DANTAS, D. J.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, E. V.; GÓES, G. B.; DANTAS, D. J. Superfosfato triplo no crescimento inicial de porta-enxerto de pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 3, 2010.

DANTAS, G. F.; SILVA, W. L. D.; BARBOSA, M. D. A.; MESQUITA, E. F. D.; CAVALCANTE, L. F. Mudas de pinheira em substrato com diferentes volumes tratado com esterco bovino e biofertilizante. **Agrarian**, v. 6, n. 20, p. 178-190, 2013.

DANTAS, K. A, FIGUEIREDO, T. C., MESQUITA, E. F., SÁ, F. V. S., FERREIRA, N. M. Substratos e doses de biofertilizante bovino na produção de mudas de aceroleira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 157-162, 2014.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV. p. 92-132, 2007.

DEVIDE, A. C. P.; AGUIAR, L. A.; MIRANDA, S. C.; RICCI, M. S. F.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Efeito Fitotóxico de Biofertilizante Líquido Utilizado em Lavouras de Café. In: FERTBIO - REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIZANTE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS; XXIV., 2000, Santa Maria. **Anais....** Santa Maria: UFSM, 2000.

DIAS, T. J., PEREIRA, W. E., CAVACANTE, L., RAPOSO, R. W. C., & FREIRE, J. D. O. Desenvolvimento e qualidade nutricional de mudas de mangabeiras cultivadas em substratos

contendo fibra de coco e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 512-523, 2009.

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

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SILVA, E. C. Mudanças de oitica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.10–18, 2014.

DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J.; BREHM, M. A. S. Esterco líquido bovino e ureia no crescimento e produção de biomassa do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p.597-604, 2011.

DINIZ, M. B. V. S., MESQUITA, E. F., SÁ, F. V. S., PAIVA, E. P., DINIZ, J. F. V., SUASSUNA, C. F. 2015. Crescimento de porta-enxertos de goiabeira influenciado por doses de biofertilizante, tipo e volume de substrato. **Científica**, v. 43, n. 2, p. 165-178, 2015.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

FERNANDES, S. B. V.; UHDE, L. T.; LEICHTWEIS, F. J. Reprodução da fertilidade do solo em sistemas de cultivo de soja orgânica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26, 2004. Santa Catarina, Resumos..., Santa Catarina: 2004. CD ROM. 2004.

FERRARI, T.B.; FERREIRA, G.; ZUCARELI, V.; BOARO, C. S. F. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 45-51, 2008.

FEY, R.; ZOZ, T.; STEINER, F.; CASTAGNARA, D. D.; FERREIRA, G. Crescimento inicial de mudas de maracujazeiro amarelo em função de doses crescentes de superfosfato simples. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 347- 353. 2010.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: Editora da UPF. 2004. 536p.

FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; PINTO, J. R. S.; TOSTA, M. S.; DOMBROSKI, J. L. D. Fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p.319-327, mar. 2013.

FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; PINTO, J. R. S.; TOSTA, M. S.; DOMBROSKI, J. L. D. Fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p.319-327, mar. 2013.

GAZEL FILHO, A. B.; CARVALHO, AC de A.; MENEZES, A. J. E. A. Teores de macronutrientes em folhas de graviola. **Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas**, v. 16, p. 121-124, 1994.

GOMES, R. C. P. **Crescimento de mudas de pinheira em função de diferentes substratos e dosagens de biofertilizante**. 2011. 39 f. Monografia (Graduação) – Curso Licenciatura Plena em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba. Catolé do Rocha, PB, 2011.

GRANT, C. A., FLATEN, D. N., TOMASIEWICZ, D. J., SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Piracicaba: ESALQ**, 2001.

GUPTA, U.C. Boron nutrition of crops. **Advances in Agronomy**, New York, v.31, p.273-307, 1979.

HAWERROTH, F. J.; SERRANO, L. A. L.; MARTINS, M. V. V.; OLIVEIRA, M. M. T. **Doses de Adubo de Liberação Lenta na Produção de Mudas de Pinheira em Tubetes**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 21p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ. Guanabara Koogan, 2013. 431p.

KLOOSTER, W. S.; CREGG, B. M.; FERNANDEZ, R. T.; NZOKOU, P. Growth and physiology of deciduous shade trees in response to controlled-release fertilizer. **Scientia Horticulturae**, Amstersdam, v. 135, p. 71-79, 2012.

LEITÃO, T. E. M. F. S.; TAVARES, J. C.; RODRIGUES, G. S. O.; GUIMARÃES, A. A.; DEMARTELAERE A. C. F. Avaliação de mudas de mamão submetidas á diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.22, n.3, p.160-165, 2009.

LEMOS, E. E. P.; CAVALCANTI, R. L. R. R.; CARRAZONI, A. A.; LOBATO, T. M. L. Germinação de sementes de pinha submetidas a tratamentos para quebra de dormência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1988, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira Fruticultura, v. 2, p. 675 - 678. 1988.

LIMA, R. A. **Adubação orgânica com biofertilizante e diferentes fontes de matéria orgânica no crescimento de mudas de pinheira (*Annona Squamosa*)**. 2011. 37 f. Monografia (Graduação) – Licenciatura Plena em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba. Catolé do Rocha, PB, 2011.

LUGG, D. G.; SINCLAIR, T.R. Seasonal changes in morphology and anatomy of field grown soybean leaves. **Crop Science**, Madison, v.20, p.191-196, 1980.

MANICA, I. **Taxionomia ou Sistemática, Morfologia e Anatomia**. In; fruticultura – Cultivo das Anonáceas – Ata – Cherimólia – Graviola. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 2000. 327p.

MARINI, F. S.; MELO, R. S.; PEREIRA, W. E.; BELTRÃO, N. E. M.; GOMES, V. S.; BARROS, T. F. S. Áreas foliar e radicular de mudas de graviola em substratos com diferentes adubos orgânicos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

MARROCOS, S. D. T. P.; JÚNIOR, J. N.; GRANGEIRO, L. C.; QUEIROZ ANBRÓSIO, M. M.; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1998. 889p.

MELO, R. S.; PEREIRA, W. E.; BELTRÃO, N. E. M.; GOMES, V. S.; MARINI, F. S.; BANDEIRA, C. M. Crescimento inicial de mudas de gravioleira em substratos com torta e casca de mamona. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

MENGEL, K. Responses of various crop species and cultivars to fertilizer application. **Plant and Soil**, v.72, p.305-319, 1983.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; SOUTO, A. G. L.; MEDEIROS, R. F.; RODRIGUES, R. M. Formação de mudas de Nim com aplicação de biofertilizante bovino submetido à drenagem e estresse salino. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 47-54, 2015a.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; BATISTA, R. O.; MEDEIROS, R. F. M.; RODRIGUES, R. M.; SANTOS, W. O. S. Avaliação da taxa de crescimento absoluto de mamão Havaí sob o efeito salino e de biofertilizante: Parte I. **Magistra**, Cruz das Almas BA, V. 26, n. 4, p. 447 – 452. 2014.

MESQUITA, F. O.; NUNES, J. C.; LIMA NETO, A. J. ; SOUTO, A. G. L.; BATISTA, R. O.; CAVALCANTE, L. F. Formação de mudas de nim sob salinidade da água, biofertilizante e drenagem do solo. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 193-203, 2015b.

PAIVA, J. R. G.; DA SILVA, F.; FERREIRA, L. L.; MESQUITA, E. F.; PORTO, V. C. N. Produção de mudas de pinheira (*Annona Squamosa* L.) em função da adubação orgânica e volumes de substrato. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

PENG, S.; EISSENSTAT, D.M.; GRAHAM, J.H.; WILLIAMS, K.; HODGE, N.C. Growth depression in mycorrhizal citrus at highphosphorus supply. **Plant Physiology**, v.101, p.1063-1071, 1993.

PENTEADO, S.; R. Adubação **orgânica: compostos orgânicos e biofertilizantes**. Campinas, SP. Edição do Autor. 3ª ed. 2010. 160 p.

ROCHA, A. M. M. R.; ARAÚJO, J. F.; ROCHA, E. M. M.; VIANNA, M. C. Influência de Diferentes Substratos no Desenvolvimento de Mudas de Pinheira (*Annona squamosa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD-ROM.

RODOLFO JÚNIOR, F.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante e adubação mineral com NPK. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p.134-145, 2008.

ROZANE, D. E.; NATALE, W. Calagem, Adubação e Nutrição Mineral de Anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n.1, p.166-175, fev. 2014.

SÁ, F. V. S., MESQUITA, E. F., BERTINO, A. M. P., SILVA, G. A., COSTA, J. D. Biofertilizantes na produção hidropônica de mudas de mamoeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 109-116, 2013.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. Plant physiology. 4. ed. Belmont: Wadsworth, 1991. 682p.

SAMARÃO, S. S.; RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; MANHÃES, T. N.; ALVIM, L. D. M. Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. **Acta Scientiarum Agronomy, Maringá**, v. 33, n. 1, p. 81-88, 2011.

SANCHEZ, C. A. Phosphorus. In: BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. (eds). Handbook of plant nutrition. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 51- 90 p., 2007.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizantes líquidos: o defensivo agrícola da natureza**. 2º ed. Niterói: EMATER – RIO, 1992. 162p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, R. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; VALÉRIO FILHO, W. V. Estimativa da taxa de crescimento relativo da pupunheira (*Bactris gasipaes* HBK) a partir de parâmetros climáticos. In: **XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, São Pedro - SP. CONBEA. 2004.

SAS INSTITUTE. SAS Technical report SAS/STAT Software. CaryNc, SAS Institute, 2011.

SOARES, I.; LIMA, S. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 343-349, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 819p.

TAVARES, J. E. **Volume e granulométrica do substrato na formação de mudas de café**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP, 2004.

VÉRAS, M. L. M.; ARAÚJO, D. L.; ALVES, L. S.; SILVA, T. H.; ANDRADE, A. Efeito de substratos e fertilização orgânica em plântulas de pinheira. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 10, n. 1, p. 143-149, 2014.

CAPÍTULO III

TROCAS GASOSAS EM MUDAS DE ATEMOIA NO SOLO COM FÓSFORO E BIOFERTILIZANTE

IRINEU, Toni Halan da Silva. **Trocas gasosas em mudas de atemoia no solo com fósforo e biofertilizante**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestre em agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2016. Orientador: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

RESUMO

A atemoia é uma das anonáceas mais produzidas, de grande valor econômico e comercializada em todo o Brasil, podendo ser cultivadas sob as mais variadas condições climáticas. Apesar dessas vantagens, estudos referentes à adubação em mudas para essa cultura ainda são escassos para a região Nordeste. Neste sentido, com objetivo de avaliar as trocas gasosas e fluorescência da clorofila em mudas de atemoia adubado com fósforo e biofertilizante, foi realizado um experimento no delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, no esquema fatorial 4 x 4, correspondendo a quatro doses de fósforo (0; 2; 4 e 6 g dm⁻³) e quatro concentrações de biofertilizante bovino (0; 20; 40; 60 %), aplicando 300 ml por recipiente, cada unidade experimental constituída por quatro mudas. Foram analisadas a fluorescência inicial, Eficiência quântica potencial do fotossistema II, rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no FSII, carbono interno, transpiração, condutância estomática, taxa fotossintética, eficiência de carboxilação, eficiência do uso da água. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A maior taxa fotossintética foi obtida com 60% de biofertilizante e a combinação de 6 g dm⁻³ de fósforo e 60% de biofertilizante proporcionou melhores resultados para eficiência de carboxilação e eficiência no uso da água. O aumento das doses de fósforo diminuiu a concentração interna de carbono, transpiração e condutância estomática.

Palavras-chave: Annonaceae, *Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill., Adubação orgânica, Superfosfato simples.

IRINEU, Toni Halan da Silva. **Gas exchange in atemoya seedlings in soil with phosphorus and biofertilizer**. 2016. 96 f. Dissertation (Master in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia – PB, 2016. Advisor: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

ABSTRACT

The atemoya is one of the most produced Annonacea of great economic value and marketed throughout Brazil and can be grown under the most varied climatic conditions. Despite these advantages, studies on the fertilization of seedlings for this crop are still scarce in the Northeast region. In this sense, to evaluate gas exchange and chlorophyll fluorescence in atemoya seedlings fertilized with phosphorus and biofertilizers, an experiment was conducted in randomized complete block design with four replications, in a factorial 4 x 4, corresponding to four doses phosphorus (0, 2, 4 and 6 g dm⁻³) and four concentrations of bovine biofertilizer (0, 20, 40, 60%), using 300 ml per container, each experimental unit comprises four seedlings. the initial fluorescence were analyzed, potential quantum efficiency of photosystem II, basal quantum yield of photochemical processes in PSII, internal carbon, transpiration, stomatal conductance, photosynthetic rate, carboxylation efficiency, water use efficiency. Data were subjected to analysis of variance and regression. Most photosynthetic rate was obtained with 60% of bio-fertilizer and combination of 6 g dm⁻³ of phosphorus and 60% of biofertilizers provided better results for carboxylation efficiency and efficient use of water. Increased levels of phosphorus decreased the internal concentration of carbon, stomatal conductance and transpiration.

Key - words: Annonaceae, *Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill., Organic fertilization, Single superphosphate.

1. INTRODUÇÃO

A atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) é um híbrido interespecífico entre a cherimólia (*A. cherimola* Mill.) e a pinha ou fruta-do-conde (*A. squamosa* L.), pertencente à família das Annonaceae (OLIVEIRA et al., 2010; ALMEIDA et al., 2012). Algumas espécies apresentam características semelhantes com as parentais, tais como adaptações climáticas, portanto, podendo ser cultivadas sob as mais variadas condições climáticas (PEREIRA; KAVATI, 2011).

O fósforo é exigido em menor proporção entre os macronutrientes quando comparados com o nitrogênio e potássio, sua baixa disponibilidade nos solos é um dos fatores mais limitantes ao crescimento das plantas. Fravero et al. (2014) o P se move rapidamente dos tecidos mais velhos para os mais jovens, sendo redistribuído com facilidade pelo floema, na forma de fosforil colina, assim a deficiência aparece primeiro nas partes baixas da planta (folhas velhas).

O fósforo participa na redução do CO₂ na forma inorgânica e também como parte da composição das moléculas de NADPH, ATP, PGA, GAP e ribulose bifosfato (RuBP) (MOREIRA, 2004). Sanchez (2007) e Silva et al. (2011a) afirmam que o P apresenta papel fundamental no metabolismo (fotossíntese e respiração) do vegetal, por estar envolvido nos processos de produção de energia (ATP). O fósforo desempenha papel importante no crescimento inicial das plantas por estar envolvido principalmente no processo de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular da planta, promovendo a rápida formação, a carência desse nutriente para a nutrição das plantas resulta em restrições no desenvolvimento das raízes e parte aérea (MACEDO & TEIXEIRA, 2012; GRANT et al., 2001; FRAVERO et al., 2014).

A aplicação de biofertilizante está se tornando popular em outros países, muitos agricultores estão reconhecendo os efeitos de biofertilizante em proteger as raízes das plantas de patógenos de solo, melhorando a fertilidade e aumentando a produção agrícola, além de reduzir a aplicação de adubos minerais pode prevenir contra a ação de problemas ambientais causados pela aplicação excessiva desses insumos ao solo (ZHANG et al., 2014; CAVALCANTE et al., 2012).

O biofertilizante segundo Penteado (2010) contém todos os nutrientes que as plantas precisam. Viana et al. (2013) afirmam que plantas adubadas com biofertilizante bovino apresentaram maiores taxas fotossintéticas, transpiração e condutância estomática

Abreu (2012) e Larcher (2006) a fotossíntese ocupa uma posição central na biossíntese de plantas fornecendo uma ligação entre o metabolismo interno da planta e o ambiente externo, estando relacionado com os fatores climáticos, um fator em nível mínimo pode se tornar limitante para a absorção do CO₂ por certo tempo. Parte da energia luminosa absorvida pelos pigmentos cloroplastídicos da folha durante a fotossíntese é emitida como fluorescência (GLYNN et al., 2003).

Em conjunto com a fotossíntese e outros parâmetros de trocas gasosas, a fluorescência da clorofila “a” também pode ajudar no entendimento fisiológico de nutrição de plantas frutíferas. A análise da fluorescência da clorofila é um método sensível, eficiente, rápido e não destrutivo capaz de detectar com segurança e confiabilidade efeitos de estresse e injúrias no processo fotossintético, muito útil como indicador fisiológico para estudar a sensibilidade das plantas (YUSUF et al., 2010).

Diversos estudos evidenciam a importância da aplicação de diferentes fontes e doses de fertilizantes fosfatados, como Pinha (FREITAS et al., 2013); graviola (SAMARÃO et al., 2011); atemoia (ALVES, 2012); araçá-boi (MACEDO e TEIXEIRA, 2012); graviola (SOARES et al., 2007).

Resultados satisfatórios com aplicações de biofertilizantes em diversas culturas agrícolas, exemplo, Cavalcante et al. (2010) estudando aplicação de biofertilizante no solo como visando a nutrição de plantas, encontrou resultados satisfatório. Oliveira et al. (2010) evidenciou que adubo orgânico na presença da adubação mineral, proporcionou equilíbrio nutricional nas folhas em K e Ca.

Entretanto, os artigos envolvendo o efeito do fósforo e biofertilizante nas características de trocas gasosas e fluorescência para essa frutífera ainda é escassa na literatura científica, por isso objetivou-se avaliar as trocas gasosas e fluorescência da clorofila em mudas de atemoieira adubado com fósforo e biofertilizante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram adquiridos frutos da variedade ‘Gefner’, oriundas da Ceasa de Recife, PE. O estudo foi conduzido entre abril e setembro de 2015, na estufa (Figura 1, Cap. II) pertencente à Universidade Federal da Paraíba-UFPB, Campus-II, no município de Areia – PB. O clima é do tipo AS’ de Köppen, quente e úmido, com temperatura máxima de 29,5 °C e mínima 18,7 °C, umidade relativa entre 77,4 a 91%, insolação entre 245,9 a 113 (horas), conforme (Figura 2, Cap. II).

Os substratos testados foram obtidos pela combinação de solo (60%), vermiculita (30%) e areia (10%) e superfosfato simples com doses de 0, 2, 4 e 6 g dm⁻³. Foram utilizados recipientes de polietileno com capacidade de 3 dm³ de substrato apoiados em bancadas de alvenaria, em cada recipiente foram postas quatro sementes. Decorridos 35 dias após a semeadura (DAS), procedeu-se o desbaste das plântulas, deixando-se apenas a mais vigorosa.

O biofertilizante líquido foi obtido pelo processo de fermentação anaeróbica, durante 35 dias, de uma mistura de 70 kg de esterco fresco bovino e 120 L de água, 5 kg de açúcar, 5 L de leite, 4 kg de pó de rocha (MB-4), 5 kg de leguminosa e 2 kg de cinza de madeira, em recipiente de 240 L hermeticamente fechado. Uma mangueira foi colocada na extremidade superior do biodigestor, tendo a outra extremidade imersa em um recipiente contendo água para liberação do gás metano (SANTOS, 1992) (Figura 4 e Tabela 3, Cap. II).

Transcorridos 55 dias após a semeadura, foram realizadas três aplicações de biofertilizante a cada 30 dias após a primeira, em volume equivalente a 10% do volume do substrato (300 mL) nas concentrações de 0; 20; 40 e 60%.

A irrigação foi realizada diariamente sempre pela manhã, através de regadores de plástico no intuito de favorecer a drenagem da água de irrigação e evitar o encharcamento do substrato.

O experimento foi conduzido na fase de muda, distribuído no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro mudas por parcela, totalizando 256 mudas.

O solo utilizado no experimento foi realizado as análises para as características físico-químicas, foram realizadas no Laboratório de Ciências do Solo no DSER, CCA, UFPB, no qual estão descritos na (Tabela 2, Cap. II).

Foi avaliada ao final do experimento, a fluorescência da clorofila a: inicial (F_0), eficiência quântica potencial (F_v/F_m) do fotosistema II (PSII) e também rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no PSII (F_0/F_m). As medidas foram determinadas por meio

de fluorômetro portátil de luz modulada (Opti-Sciences Chlorophyll Fluorometer, modelo OS-30p, Hudson, USA). As leituras foram realizadas em folhas adaptadas ao escuro (≈ 30 minutos), para simular a adaptação das folhas ao escuro foram utilizadas “presilhas” plásticas. As “presilhas” foram colocadas na porção mediana da quarta folha do ápice para a base. As medições foram realizadas no início da manhã (06:00 a 08:00h).

As trocas gasosas foram avaliadas com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro+ Portable Photosynthesis System® (ADC BioScientific Limited, UK). Foram analisadas as seguintes variáveis das trocas gasosas: taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), Taxa transpiratória (E) ($\text{mmol vapor d'água m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e Concentração interna de CO_2 na câmara subestomática (C_i) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{ar}$), eficiência de carboxilação (A/C_i) e a eficiência do uso da água (A/E) ($\text{EUA, } \mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$) adotando-se $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) para o período das 08:00 às 11:00 hrs.

Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão até 10% de significância, utilizando o programa SAS (SAS, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Fluorescência da clorofila

3.1.1. Fluorescência inicial (F_0)

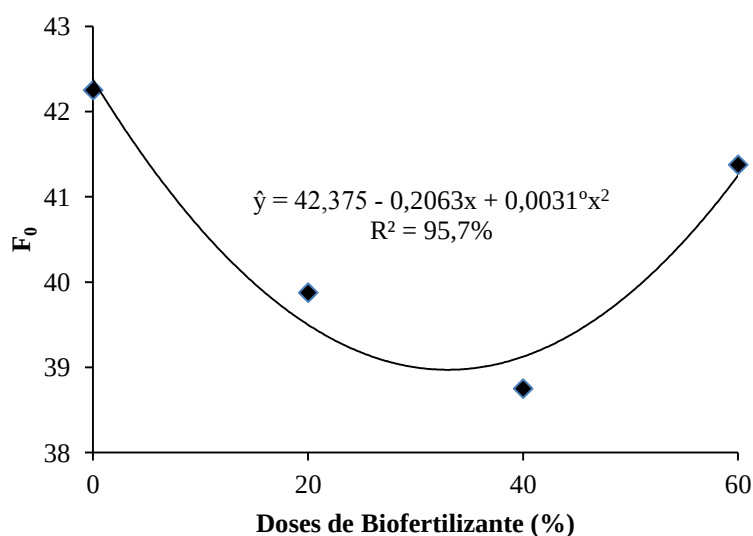
A fluorescência inicial (F_0) foi influenciada pelas concentrações de biofertilizante, decresceu inicialmente ajustando-se ao modelo de regressão polinomial quadrática em função do aumento das doses de biofertilizante, com menor valor na dose estimada de 33,4% de biofertilizante, a partir da dose estimada a fluorescência inicial começou a aumentar (Figura 1). O aumento da F_0 podem inferir lesões no PSII (HENLEY et al., 1991; FRANKLIN et al. 1992), por sua vez, atenuando a capacidade de transferência de energia do complexo antena para o centro de reação (BEKER e ROSENQVST, 2004).

Possivelmente, no biofertilizante a concentração de sódio esteja elevada ou outros cátions, conseqüentemente, afetando a fluorescência, esta explicação, o que atribui o aumento na F_0 para danificar a PSII.

Freire et al. (2014) analisando o fluorescência do maracujazeiro amarelo com salinidade hídrica biofertilização, não verificaram significância estatística para biofertilizante, entretanto observaram que as plantas apresentaram maior fluorescência quando à associação com biofertilizante bovino.

Machado et al. (2015) não evidenciaram resultados significativos para os tratamento com adubação orgânica para fluorescência da clorofila (F_0), ao estudar adubos orgânicos no crescimento inicial de limoeiro 'Cravo'.

Segundo Krause & Weis (1991) a energia luminosa absorvida pelo PSII pode ser: utilizada pelas reações fotoquímicas, dissipada em forma de calor ou fluorescência ou ainda transferida fracamente para o PSI. Por essa razão, a proporção de luz reemitida como fluorescência reflete competição entre os vários processos de desativação do “pool” de excitação disponível.



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 1. Fluorescência inicial (F_0) de mudas de atemoia ‘Gefner’, no solo com doses de biofertilizante bovino.

Nota-se que as doses de P não influenciaram a fluorescência inicial (F_0) de mudas de atemoia, com média de 40,56. Fato evidenciado por Carvalho et al. (2015) em que as doses de fósforo não influenciaram os valores médios de clorofila a e b, não se ajustando ao modelo de regressão.

Conroy et al. (1986) verificaram que o valor da F_0 aumentou em plantas cultivadas sob deficiência de fósforo.

A insolação (horas) nos meses de maio a julho 2015 diminuiu de 145,9 a 113 (horas) com decréscimo de 29,11%, por sua vez, possivelmente influenciaram no comportamento da F_0 , segundo Adams e Perkins (1993) o valor de F_0 é alterado por estresses do ambiente que causam alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos do PSII. Estresse por temperaturas infraótimas decresce significativamente os valores de F_0 (Adams e Perkins, 1993) e o estresse por temperaturas supra-ótimas é caracterizado por incrementar drasticamente os valores de F_0 (KRAUSE e SANTARIUS, 1975; SCHREIBER e BERRY, 1977; SMILLIE e NOTT, 1979).

3.1.2. Eficiência quântica potencial (F_v/F_m) do fotosistema II (FSII) e rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no FSII (F_o/F_m)

As doses de P e as concentrações de biofertilizante não influenciaram as variáveis F_v/F_m e F_o/F_m , com valores médios de 0,801 e de 0,198.

A razão F_v/F_m é uma estimativa da capacidade fotoquímica total e da eficiência do PSII, ou seja, o número de complexos do FSII ativos (BAKER; ROSENQVST, 2004). Segundo Rousseau et al. (2013) é utilizado para comparar tecidos saudáveis e danificados devido a fatores ambientais. Apesar dos tratamentos não terem influenciado esta variável as médias obtidas corroboram as relatadas por Critchley (1998), variando em torno de 0,8 para parâmetros em folhas saudáveis.

O parâmetro F_o/F_m indica a produção quântica basal do processo não-fotoquímico no FSII, apresentando como componentes implícitos: a produção quântica mínima no estado adaptado ao escuro e a produção quântica de dissipação térmica dentro do FSII em DAS (ROHÁČEK & BARTÁK, 1999). Os resultados evidenciados estão coerentes aos de Roháček (2002) que sugerem valores normais como padrão entre 0,14 e 0,20.

Os resultados encontrados estão coerentes aos relatados por Abadia et al. 1987 e Lima et al. 1999, os autores preconizam que o efeito de fósforo praticamente não afeta a eficiência quântica do FSII, já Plesnicar et al. 1994 e Rodriguez et al. 2000, afirmam que a ausência de fósforo causa decréscimo nos parâmetros da fluorescência da clorofila.

Segundo Baker e Rosenqvist (2004) o estresse ambiental ou abiótico, como falta ou excesso de P influenciar os parâmetros de fluorescência da clorofila, por sua vez, provocando alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides nos cloroplastos provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência da clorofila *a*.

Os resultados corroboram com os de Machado et al. (2015) em que a adubação orgânica não influenciou na eficiência quântica do PSII, ao estudar adubos orgânicos no crescimento inicial de limoeiro 'Cravo'.

3.2. Trocas gasosas

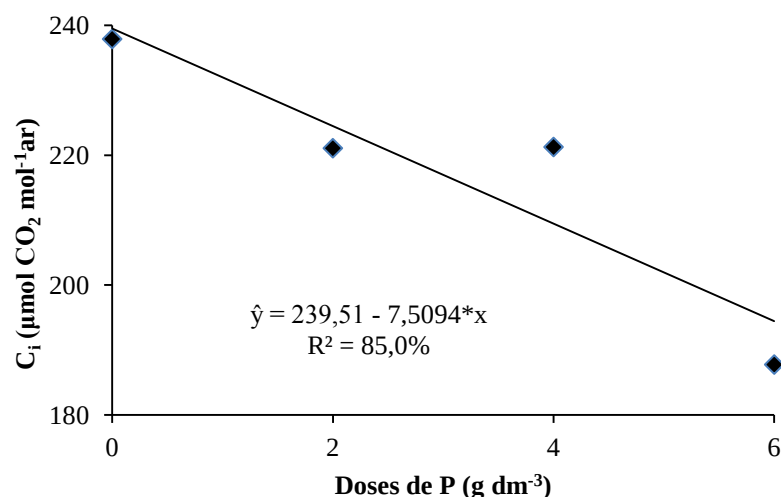
3.2.1. Carbono interno (C_i)

A concentração interna de CO_2 (C_i) foi inibida pela adubação fosfatada, ajustando-se ao modelo linear decrescente. Com decréscimo unitário de $-7,5095 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$ a cada dose de P, a dose de 6 g dm^{-3} de fósforo proporcionou os menores valores de CO_2 interno ($187,75 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$), com decréscimo de 26,69% quando comparado com a dose $0 \text{ g dm}^{-3} \text{ P}$ (Figura 2).

Resultados conflitantes foram evidenciados por Baron (2010) em que a maior concentração de C_i foi observada com 100% da solução nutritiva contendo P na sua composição em plantas jovens de araticum. Fato também evidenciado por Silva (2010) verificou incremento médio de 35% na concentração interna de CO_2 com a maior disponibilidade de P.

Já Anjos (2014) observou que a aplicação de NPK não apresentou efeito significativo sobre a C_i em plantas de feijoeiro.

Atribui-se decréscimo da C_i possivelmente ao fechamento parcial dos estômatos (g_s). Pois segundo Taiz e Zeiger (2013), o fechamento dos estômatos influencia diretamente na concentração interna de CO_2 . De acordo com Daley et al. (1989), a diminuição de g_s pode restringir a taxa de fixação de CO_2 , com a consequente diminuição de sua concentração nas cavidades subestomáticas e nos espaços intercelulares.



*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 2. Concentração interna de CO₂ (C_i) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de adubação fosfatado. Areia, PB, 2016.

As concentrações de biofertilizante não influenciaram a concentração interna de CO₂ (C_i) de mudas de atemoia, com média de 216,98 μmol CO₂ mol⁻¹.

O biofertilizante possivelmente tenha perdido seu valor nutricional, pois esse insumo apresenta tempo para uso, uma vez que, a baixa disponibilidade do biofertilizante em nitrogênio, pode reduzir o crescimento das mudas em biomassa, haja em vista que 95% da biomassa seca de uma planta é formada a partir do oxigênio, hidrogênio e carbono, sendo que o carbono é fixado fotossinteticamente, e como foram registradas reduções na concentração de interna de CO₂, o crescimento é restringido pela diminuição da assimilação do carbono via fotossíntese (CHAVES et al., 2002).

3.2.2. Transpiração (E)

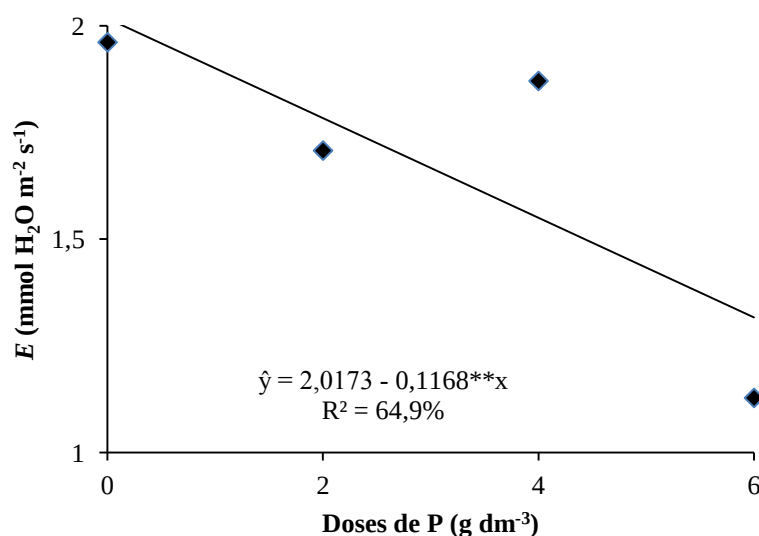
As mudas de atemoia apresentaram menores valores de taxa transpiratória com o aumento das doses de fósforo, ajustando-se ao modelo de regressão linear decrescente, o menor valor de taxa transpiratória foi encontrado com a dose 6 g dm⁻³ de P, havendo decréscimo de 73,84 % quando comparado com a testemunha (0 g dm⁻³ de fósforo) (Figura 3).

Os resultados encontrados corroboram aos dados de Sena et al. (2004), o aumento das doses de fósforo apresentaram uma curva negativa na taxa transpiratória, verificando

melhores resultados na dose 0 mg kg⁻¹ de P, quando se estudou características fisiológicas de mudas de citros adubada com doses de fósforo.

Baron (2010) avaliando o desenvolvimento araticum notou que os tratamentos 50 e 75% contendo fósforo na solução nutritiva não diferiram entre si.

A diminuição da taxa transpiratória pode ser explicada possivelmente pela redução na condutância estomática, conforme mostrado na Figura 4, que diminui a transpiração e incrementa a temperatura foliar (LIMA, 2014; TAIZ e ZEIGER, 2013).



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 3. Transpiração (*E*) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo.

Areia, PB, 2016.

As concentrações de biofertilizante não influenciaram a transpiração de mudas de atemoia, com média de 1,66 mmol H₂O m⁻² s⁻¹.

O biofertilizante perde os valores nutricionais em (NPK) com o passar do tempo. Sendo que o K tem função em regulamentar a abertura e o fechamento dos estômatos (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Tendo em vista que existe uma relação direta entre transpiração e condutância estomática (Gonçalves et al., 2010), tendo em vista o fechamento dos estômatos acarreta diminuição do O₂, consequentemente, redução da transpiração.

Mesmo o biofertilizante não influenciando (*E*) a média encontra-se nos padrões mencionados por Baron et al. (2014) para mudas de atemoia produzidas em ambiente protegido, variando entre 0,86 a 2,48 (*E*, mol H₂O m⁻² s⁻¹).

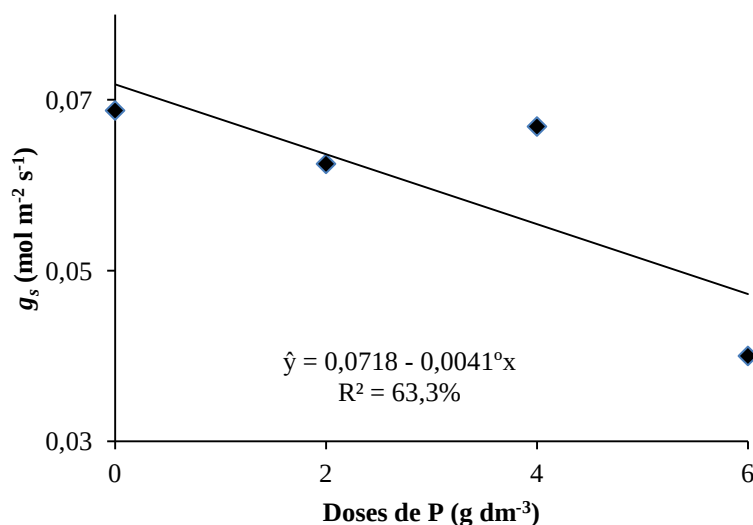
3.2.3. Condutância estomática (g_s)

A condutância estomática foi influenciada pelas doses de fósforo, ajustando-se a um modelo de regressão linear decrescente, com diminuição de 71,9 % na maior dose avaliada, quando comparado com a dose 0 g dm⁻³ de P (Figura 4).

Os dados diferem dos encontrados por Baron (2010) a condutância estomática (g_s) das plantas de araticum cultivadas em 75% da solução com P, não diferiram das plantas cultivadas em 50% e foram maiores a dos demais tratamentos.

Já Sena et al. (2004) encontraram resultados semelhantes, com o aumento das doses de P diminuiu a condutância estomática em mudas tangerineira.

Segundo Liu et al. (2003) e Pimentel (2004) o fechamento estomático ocorre devido à sinalização proveniente do sistema radicular em condição de déficit hídrico. Possivelmente, tenha relação com comprimento da raiz, pois o mesmo apresentou menores valores com o aumento das doses de P, indicando provavelmente que o P disponibilizado foi restringido por fatores de difusão, concentração do nutriente ou área de contato da solução com as raízes.



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 4. Condutância estomática (g_s) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função de doses de fósforo. Areia, PB, 2016.

As concentrações de biofertilizante não influenciaram condutância estomática (g_s) de mudas de atemoia, com média de 0,05 mol m⁻² s⁻¹.

Segundo Penteadó et al. (2010) os biofertilizantes contêm em sua composição todos os elementos que a planta necessita. O biofertilizante enriquecido com pó de rocha é uma fonte rica em K, por sua vez, o potássio cria um gradiente osmótico que permite o movimento de água regulando a abertura e o fechamento dos estômatos (EPSTEIN e BLOOM, 2006). No entanto, aplicações sucessivas podem causar efeitos negativos ao solo e às plantas (GALBIATTI et al., 2007). Pois este insumo orgânico pode apresentar teor de Na elevado, ou seja, o aumento das doses pode possivelmente proporcionar redução do potencial osmótico do solo dificultando a absorção de água pelas plantas e, conseqüentemente, diminuindo a condutância estomática, como reportam (NEVES et al. 2009).

3.2.4. Taxa fotossintética (A)

A taxa fotossintética ajustou-se a uma superfície de resposta (Figura 5), uma vez que houve influência da adubação fosfatada combinada com o biofertilizante. As doses do fósforo apresentaram efeito quadrático enquanto que a adubação com biofertilizante apresentou efeito linear, com efeito antagônico entre os dois adubos. Na ausência de P, a maior taxa fotossintética foi estimada com 60 % do biofertilizante.

Resultados similares foram encontrados por Baron (2010) ao estudar crescimento de plantas jovens de araticum-mirim com solução nutritiva contendo fósforo, na qual o uso de 100% da solução reduziu a taxa fotossintética, o máximo valor de 12,3 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi obtido com 75% da solução com fósforo.

Segundo Grant et al. (2001) e Malavolta et al. (1997) o fósforo é essencial para o aumento de produtividade e para o metabolismo das plantas, desempenhando papel importante, pois faz parte da estrutura do ATP (adenosina tri-fosfato) fonte de energia da planta e sua deficiência pode reduzir tanto a na respiração e na fotossíntese.

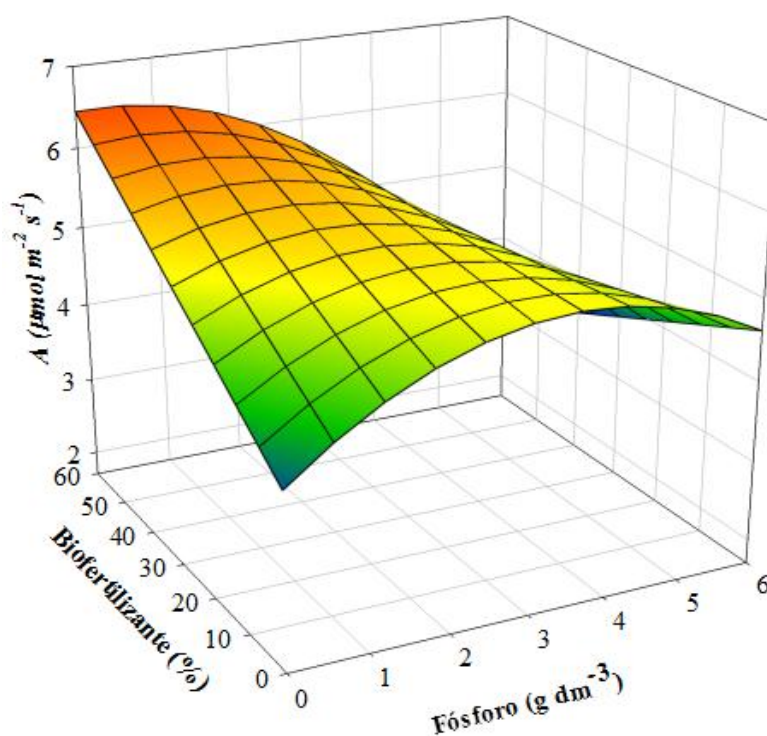
Pode-se atribuir o efeito quadrático do P à menor abertura dos estômatos (Figura 4), que pode causar redução na concentração de CO_2 no mesófilo foliar e assim a fotossíntese seria reduzida por limitação de substrato (CHAVES et al., 2002; LAWLOR e CORNIC, 2002).

Os valores encontrados no trabalho para taxa fotossintética estão de acordo com Baron et al. (2014), que indicam médias entre 4,82 e 7,78 (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) para mudas de atemoia.

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2011b) da eficiência do biofertilizante, avaliando a interação entre salinidade e o uso de biofertilizante, o aumento do teor salino da água de irrigação provocou redução na fotossíntese mas em menor proporção nas plantas desenvolvidas nos tratamentos com o biofertilizante.

O aumento da taxa fotossintética pode estar relacionado aos teores de nitrogênio ($0,8 \text{ g L}^{-1}$) presente no biofertilizante enriquecido, em que o nitrogênio está envolvido nos processos protoplasmáticos, em reações enzimáticas e na fotossíntese (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

$$A = 3,854 + 0,767459375^{\circ}P - 0,106757812^{\circ}P^2 + 0,043260000^{\circ}B - 0,011610625^{\circ}PB \quad R^2 = 56\%$$



*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 5. Taxa fotossintética (A) em mudas de atemoia ‘Gefner’, em função da interação da adubação fosfatada e biofertilizante. Areia, PB, 2016.

3.2.5. Eficiência de carboxilação (A/C_i)

A eficiência de carboxilação apresentou efeito linear crescente para as doses de fósforo e biofertilizante (Figura 6), com maior (A/C_i) na dose de 6 g dm^{-3} de P e 60% de biofertilizante.

Os Resultados corroboram aos de Baron (2010) que as soluções nutritivas 50 e 75% com P, não diferiram estatisticamente entre si, com médias entre 0,053 a 0,055 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$) da eficiência da carboxilação.

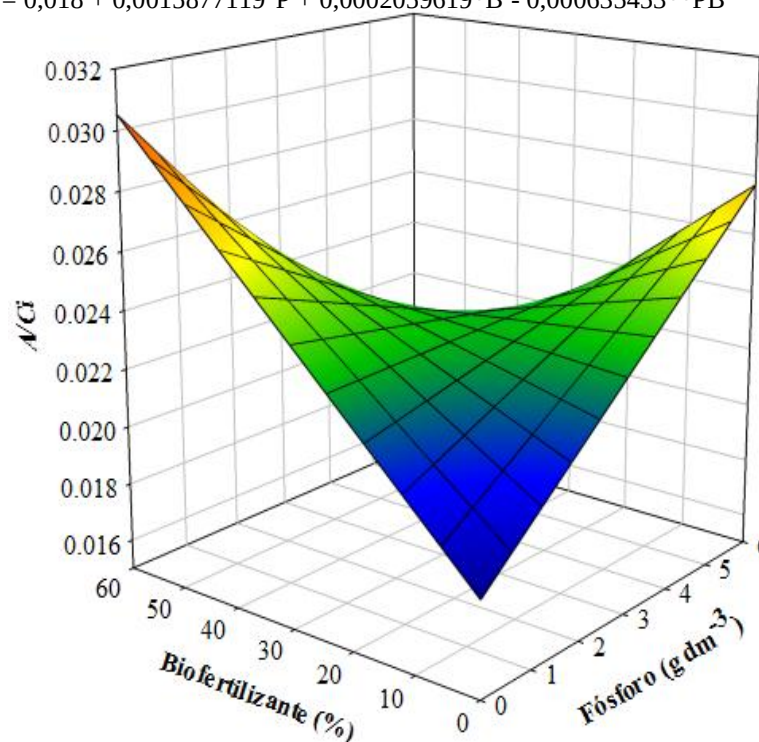
Esses resultados estão de acordo com os de Anjos (2014) estudando macronutrientes sobre a eficiência de carboxilação (A/C_i), evidenciando que na presença de NPK as plantas apresentaram incremento em (A/C_i) de 104% em relação ao tratamento sem NPK.

O fósforo está intimamente ligado com a disponibilização de energia para a planta realizar seu metabolismo, armazenada na forma de ADP, ATP (MALAVOLTA et al.; 1997). Este nutriente tem funções como regulação da atividade de enzimas, liberação de energia do ATP, respiração, fixação de CO_2 , biossíntese, absorção iônica, constituinte dos ácidos nucleicos (MALAVOLTA, 2008).

Freire et al. (2014) observaram que o biofertilizante não apresentou significância para C_i , entretanto as mudas pinheira que receberam aplicação de biofertilizante (com) elevou a concentração de C_i , sobressaindo compradas com as mudas que não receberam adubação (sem).

Penteado (2010), os biofertilizantes são compostos completos, por apresentar em todos os nutrientes que a plantas necessitam. Podendo atribuir-se provavelmente o aumento (A/C_i) das mudas de atemoia a disponibilidade do biofertilizante em P, que atua na síntese de RNA e DNA, que é elemento estrutural de nucleotídeos e fosfolipídios. Ele atua na transferência de energia por meio de ATP e NADPH (CUNHA et al. 2010) e na ausência de NPK existe uma menor produção de energia (FERNANDES et al. 2013).

$$A/C_i = 0,018 + 0,0015877119^{\circ}P + 0,0002059619^{\circ}B - 0,000635453^{\circ\circ}PB \quad R^2 = 44\%$$



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 6. Eficiência de carboxilação (A/C_i) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função da interação de doses de fósforo e biofertilizante. Areia, PB, 2016.

3.2.6. Eficiência do uso da água (A/E)

A maior eficiência do uso da água foi obtida com as doses de 6 g dm^{-3} de superfosfato simples e 60% de biofertilizante, com valor máximos de 4,82 (Figura 7).

Baron (2010), estudando mudas de *Annona emarginata* em solução nutritiva contendo P, não evidenciou efeito significativo para eficiência do uso da água, obtendo menor valor de 2,72 (mmol mol^{-1}) de A/E com 100% da solução contendo fósforo.

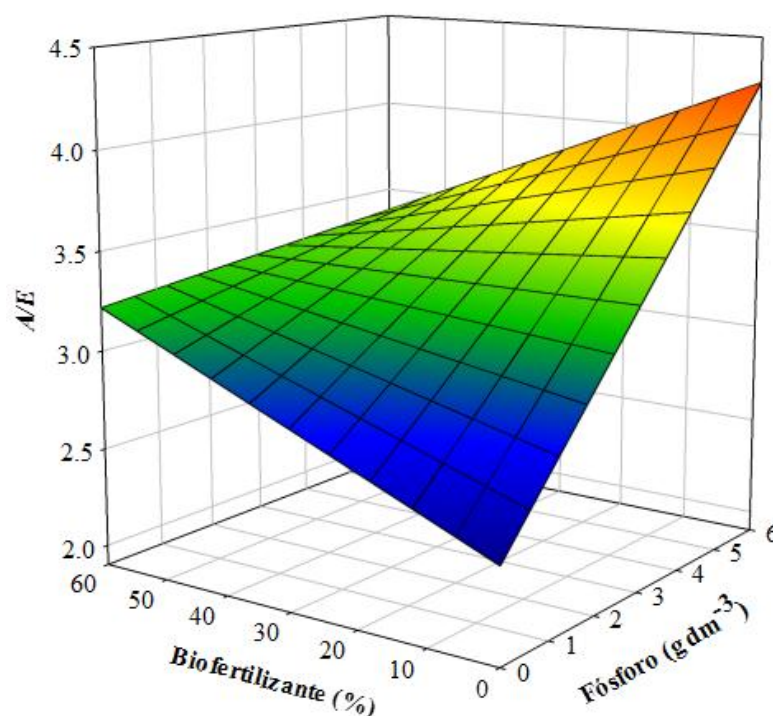
O incremento da A/E com o aumento das doses de fósforo, se deve ao fato do P exercer função-chave no metabolismo das plantas, uma vez que tem atividade em processos como formação de proteínas, divisão celular, fotossíntese, armazenamento de energia, respiração e fornecimento de energia (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Resultados semelhantes foram evidenciados por Souto et al. (2012) da importância do biofertilizante para produção de mudas de noni, aplicação do biofertilizante influenciou na eficiência de uso da água, em que os tratamentos com o biofertilizante bovino minimizaram o efeito do teor de sais na água.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Freire (2011), no qual verificou que o tratamento com biofertilizante reduziu o efeito do sal na eficiência do uso da água em maracujazeiro amarelo.

A eficiência no uso da água com o biofertilizante, provavelmente, se deve à ação das substâncias húmicas contidas no biofertilizante. Segundo Baalousha et al. (2006) as substâncias húmicas contidas no biofertilizante têm a propriedade de diminuir o potencial osmótico no interior do tecido celular e, dessa forma, contribuir para aumentando no período de turgescência das células, promovendo maior absorção de água e nutrientes pelas plantas.

$$A/E = 2,367 + 0,316906742^{**}P + 0,014177312^{\circ}B - 0,004830757*PB \quad R^2 = 65\%$$



°: significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 7. Eficiência do uso da água (A/E) de mudas de atemoia ‘Gefner’, em função da interação de doses de fósforo e biofertilizante. Areia, PB, 2016.

4. CONCLUSÕES

1. A maior taxa fotossintética foi obtida em plantas tratadas com 60% de biofertilizante no solo sem fósforo;
2. A combinação da dose 6 g dm^{-3} de fósforo e 60% de biofertilizante proporcionou maior eficiência de carboxilação e eficiência no uso da água;
3. O aumento das doses de fósforo diminuiu a concentração interna de CO_2 , transpiração e condutância estomática das mudas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADIA, J.; RAO, I.M.; TERRY, N. Changes in leaf phosphate status have only small effects on the photochemical apparatus of sugarbeet leaves. **Plant science**, v. 50, n. 1, p. 49-55, 1987.
- ABREU, C. E. B. **Análise fisiológica, bioquímica de respostas ao estresse salino em plantas de feijoeiro de corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]**. 2012. 151 f. Tese (doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Bioquímica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- ADAMS, G.T.; PERKINS, T.D. Assessing cold tolerance in *Picea* using chlorophyll fluorescence. **Environmental and experimental botany**, v. 33, n. 3, p. 377-382, 1993.
- ALMEIDA, J. R. G. S.; ARAÚJO, E. C. C.; RIBEIRO, L. A. A.; LIMA, J. T.; NUNES, X. P.; LÚCIO, A. S. S. C.; AGRA, M. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Antinociceptive activity of ethanol extract from *Duguetia chrysocarpa* Maas (Annonaceae). **The Scientific World Journal**, Cairo, v. 2012, p. 1-6, 2012.
- ALVES, A. S. **Componentes e fertilidade de substratos na formação de mudas de atemoeira**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2012.
- ANJOS, D. N. **Bioestimulantes, NPK e micronutrientes na cultura do feijão comum em Vitória da Conquista- BA**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista- BA, 2014.
- BAALOUSHA, M.; HEINO, M.M.; LE COUSTUMER, B.K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. Colloids and surfaces. **Physicochemical and Engineering Aspects**, v.222, n.1-2, p.48-55, 2006.
- BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of experimental botany**, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.
- BARON, D. **Desenvolvimento de plantas jovens de *Annona emarginata* (SCHLTDL.) H. Rainer (Araticum-de-terra-fria) cultivadas em solução nutritiva**. 2010. 114 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, 2010.
- BARON, D.; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J. D.; MACEDO, A. C.; AMARO, A. C. E. Gas exchanges in annonaceae species under different crop protections. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 243-250, 2014.
- CARVALHO, J. N. S.; CARVALHO, J. N.; SANTANA, E. A.; COELHO, J. P. A.; LIMA, A. M. N.; SILVA, N. C. Doses de fósforo na produção de mudas de Pinha (*Annona squamosa* L.) nas condições do Submédio do Vale do São Francisco. I Simpósio de Fruticultura do Vale do São Francisco, Juazeiro – BA, **Anais...** Juazeiro – BA: Grupo de Pesquisa Fruticultura no Vale do São Francisco, v. 1, p. 15-17. 2015.

CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, L. C. F. DOS; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C.; BREHM, M. A. DA S. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.19-28, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; CURVÊLO, C. R. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.3, p.579-588, 2012.

CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M. L.; RICARDO, C. P. P., OSÓRIO, M. L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field. **Photosynthesis and growth. Annals of Botany**, v. 89, n. 7, p. 907-916, 2002.

CONROY, J. P.; SMILLIE, R. M.; KUPPERS, M.; BEVEGE, D. I.; BARLOW, E. W. Chlorophyll a fluorescence and photosynthetic and growth responses of *Pinus radiata* to phosphorus deficiency, drought stress, and high CO₂. **Plant Physiology**, v. 81, n. 2, p. 423-429, 1986.

CRITCHLEY, C. Photoinhibition. In: RAGHA VENDRA, A. S. **Photosynthesis: a comprehensive treatise**. Cambridge: University Press. Chap. 20, p. 264-272. 1998.

CUNHA, A. C. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 58, p. 35, 2010.

DALEY, P. F.; RASCHKE, K.; BALL, J. Y.; BERRY, J. A. Topography of photosynthetic activity of leaves obtained from video images of chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology**, v. 90, n. 4, p. 1233-1238, 1989.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas. Londrina: Planta, 2006. 401 p.

FERNANDES, A. R.; MATOS, G. S. B.; CARVALHO, J. G. Deficiências nutricionais de macronutrientes e sódio em mudas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1178-1189, 2013.

FRANKLIN, L.A.; LEVAVASSEUR, G.; OSMOND, C. B.; HENLEY, W. J.; RAMUS, J. Two components of onset and recovery during photoinhibition of *Ulva rotundata*. **Planta**, v. 186, n. 3, p. 399-408, 1992.

FRAVERO, P. F. GERVASIO, G. R. NOGUEIRA, G. ZINELI, V. Avaliação visual de nutrição de plantas. **(Circular Técnica)** Instituto de Ciências da Saúde, Agrárias e Humanas (ISAH) - Araxá - MG, 2014.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura morta**. 2011. 185 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Agrárias. Areia. 2011.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; PINTO, J. R. S.; TOSTA, M. S.; DOMBROSKI, J. L. D. Fertilizante fosfatado no desenvolvimento inicial de mudas de pinheira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p.319-327, 2013.

GALBIATTI, J. A.; LUI, J. J.; SABORANO, D. Z.; BUENO, L. F.; SILVA, V. L. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.445-455, 2007.

GLYNN, P.; FRASER, C.; GILLIAN, A. Foliar salt tolerance of Acer genotypes using chlorophyll fluorescence. **Journal of Arboriculture**, Urbana, v. 29, n. 2, p. 61-65, 2003.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. B.; DUARTE, W. G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. Revista **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.378-386, 2010.

GRANT, C. A., FLATEN, D. N., TOMASIEWICZ, D. J., SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Piracicaba: ESALQ**, 2001.

HENLEY, W.M.; LEVAVASSEUR, G.; FRANKLIN, L. A.; OSMOND, C. B.; RAMUS, J. Photoacclimation and photoinhibition in *Ulva rotundata* as influenced by nitrogen availability. **Planta**, v. 184, n. 2, p. 235-243, 1991.

KRAUSE, G. H.; SANTARIUS, K. A. Relative thermostability of the chloroplast envelope. **Planta**, v. 127, n. 3, p. 285-299, 1975.

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42, p. 313-349, 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 529 p.

LAWLOR, D. W.; CORNIC, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 2, p. 275- 294, 2002.

LIMA, J.D.; MOSQUIM, P.R.; DA MATTA, F.M. Leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters in *Phaseolus vulgaris* as affected by nitrogen and phosphorus deficiency. **Photosynthetica**, 37:113-121, 1999.

LIMA, R. S. N. **Irrigação parcial do sistema radicular e déficit de irrigação regulado em mamoeiro (*Carica papaya* L.): capacidade fotossintética, crescimento e eficiência no uso da água**. 2014. 129 f. Tese (doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

LIU, F.; JENSEN, C. R.; ANDERSEN, M. N. Hydraulic and chemical signals in the control of leaf expansion and stomatal conductance in soybean exposed to drought stress. **Functional Plant Biology**, v. 30, n. 1, p. 65-73, 2003.

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

MACHADO, D. L. M.; LUCENA, C. C.; SANTOS, D.; SIQUEIRA, D. L.; MATARAZZO, P. H. M.; STRUIVING, T. B. Uso de fertilizante de liberação lenta e orgânico no crescimento inicial de limoeiro'cravo. **Ceres**, v. 58, n. 3, 2015.

MALAVOLTA, E. **O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais**. Piracicaba: Internacional Plant Nutrition Institute, Boletim, n. 121. Março, 2008. 10p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MOREIRA, M. F. **Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea do feijoeiro comum em função da distribuição e do teor de fósforo no solo**. 2004. 135 f. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, SP, 2004.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. DE; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, C. F. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, (suplemento), v. 13, p. 873-881, 2009.

OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; DIAS, G. B. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) CV 'GEFNER' submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA₃) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 544-554, 2010.

PENTEADO, S.; R. Adubação **orgânica: compostos orgânicos e biofertilizantes**. Campinas, SP. Edição do Autor. 3ª ed. 2010. 160 p.

PEREIRA, F. M.; KAVATI, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 33, n. 1- Edição especial. p. 92-108, 2011.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. Seropédica: Edur, 2004, 191 p.

PLESNICAR, M.; KASTORI, R.; PETROVIC, N.; PANKOVIC, D. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence in sunflower (*Helianthus annuus* L.) leaves as affected by phosphorus nutrition. **Journal of Experimental Botany**, v. 45, n. 7, p. 919-924, 1994.

RODRIGUEZ, D.; ANDRADE, F.H.; GOUDRIAAN, J. Does assimilate supply limit leaf expansion in wheat grown in the field under low phosphorus availability?. **Field Crops Research**, v. 67, n. 3, p. 227-238, 2000.

ROHÁČEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. **Photosynthetica**, Prague, v.40, p.13-29. 2002.

ROHÁČEK, K.; BARTAK, M. Technique of the modulated chlorophyll fluorescence: basics concepts, useful parameters, and some applications. **Photosynthetica**, Prague, v.37, p.339-363, 1999.

ROUSSEAU, C.; BELIN, E.; BOVE, E.; ROUSSEAU, D.; FABRE, F.; BERRUYER, R.; GUILLAUMÉS, J.; MANCEAU, C.; JACQUES, M.A.; BOUREAU, T. High throughput

quantitative phenotyping of plant resistance using chlorophyll fluorescence image analysis. **Plant Methods**, v. 9, n. 1, p. 1, 2013.

SAMARÃO, S. S.; RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; MANHÃES, T. N.; ALVIM, L. A. M. Desempenho de mudas de graviola inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.1, p.81-88, 2011.

SANCHEZ, C. A. Phosphorus. In: BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. (eds). Handbook of plant nutrition. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2007. 51- 90 p.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizantes líquidos: o defensivo agrícola da natureza**. 2º ed. Niterói: EMATER – RIO, 1992. 162p.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: release 9.3. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2011.

SCHREIBER, U.; BERRY, J. A. Heat-induced changes of chlorophyll fluorescence in intact leaves correlated with damage of the photosynthetic apparatus. **Planta**, v. 136, n. 3, p. 233-238, 1977.

SENA, J. O. A.; LABATE, C. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Caracterização fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 05, p. 827-832, 2004.

SENA, J. O. A.; LABATE, C. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Caracterização fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. **Rev. Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, n. 5, p. 827-832. 2004.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V.; SILVA, S. L. F.; VIEGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agricola**, v.68, p.62-68, 2011a.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.383- 389, 2011b.

SILVA, L.; MARCHIORI, P. E. R.; MACIEL, C. P.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V. Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 965-972, 2010.

SMILLIE, R. M.; NOTT, R. Heat injury in leaves of alpine, temperate and tropical plants. **Functional Plant Biology**, v. 6, n. 1, p. 135-141, 1979.

SOARES, I.; LIMA, S. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e composição mineral de mudas de graviola em resposta a doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 343-349, 2007.

SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; MESQUITA F. O.; LIMA NETO, A. J. Consumo hídrico e biomassa em plantas de noni irrigadas com águas salinas e biofertilizante bovino. In: **Inovagri Internacional Meeting e IV Winitec Workshop**

Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, Fortaleza – CE. P. 1-5. 2012. **Anais**.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.

VIANA, A. T. V.; SANTOS, A. P. G.; SOUSA, G. G.; NETO, L. G. P.; AZEVEDO, B. M.; AQUINO, B. F. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 8, n. 4, p. 595-601, 2013.

YUSUF, M. A.; KUMAR, D.; RAJWANSI, R.; STRASSER, R. J.; TSIMILLIMICHAEL, M.; GOVINDJEE; SARIN, N. B. Overexpression of γ -tocopherol methyl transferase gene in transgenic Brassica juncea plants alleviates abiotic stress: Physiological and chlorophyll a fluorescence measurements. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1797, p. 1428-1438, 2010.

ZHANG, M.; LI, R.; CAO, L.; SHI, J.; LIU, H.; HUANG, Y.; SHEN, Q. Algal sludge from Taihu Lake can be utilized to create novel PGPR-containing bio-organic fertilizers. **Journal of environmental management**, v. 132, p. 230-236, 2014.