



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS
AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA



CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLA
ADUBADAS COM UREIA E SUPERFOSFATO SIMPLES

DIÓGENES DE SOUZA COSTA

Areia, PB

2017

DIÓGENES DE SOUZA COSTA

**CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLA
ADUBADAS COM UREIA E SUPERFOSFATO SIMPLES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Areia-PB, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**, Área de concentração em Fruticultura Tropical.

Orientador:

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira

**AREIA, PB
2017**

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

C837c Costa, Diógenes de Souza.

Crescimento e teores de nutrientes em mudas de acerolas adubadas com ureia e superfosfato simples / Diógenes de Souza Costa. - Areia: UFPB/CCA, 2017.

xiii, 57 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Walter Esfrain Pereira.

1. Acerola – Crescimento de mudas 2. Aceroleira – Cultura 3. Malpighia glabra L. – Nutrientes I. Pereira, Walter Esfrain (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 634.2(043.3)

DIOGENES DE SOUZA COSTA

**CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLA
ADUBADAS COM UREIA E SUPERFOSFATO SIMPLES**

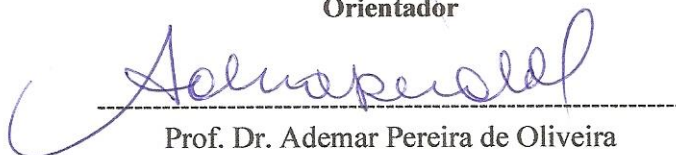
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Areia-PB, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**, Área de concentração em Fruticultura Tropical.

Aprovada em 07 de Março de 2017

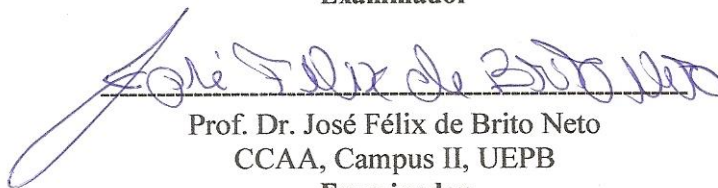
Banca Examinadora



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
DCFS, CCA, UFPB
Orientador



Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira
DFCA, CCA, UFPB
Examinador



Prof. Dr. José Félix de Brito Neto
CCAA, Campus II, UEPB
Examinador

DEDICO

A Deus, pela força e coragem

A meus pais: Joana Darc e Francisco Ferreira

Aos meus irmãos: João Batista, Denise, José Carlos e Djaciane

Meus sobrinhos: Mateus e Heloisa

A minha esposa, Fabiana Firmino

Ao meu querido filho, Arthur

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade dada de concluir o meu mestrado.

A meu Orientador, Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira, pela paciência, atenção e principalmente ótima orientação para realização do trabalho.

Aos meus examinadores, Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira e Prof. Dr. José Félix de Brito Neto, por aceitar participar da minha banca de defesa.

A Eliane, pela ajuda, apoio e excelente trabalho prestado como secretária do PPGA.

A todos os professores e funcionários do PPGA.

A todos os meus familiares e amigos, pelo apoio.

A todos os meus colegas de turma.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. Características da Planta.....	17
3. METODOLOGIA.....	20
3.1. Localização do experimento.....	20
3.2. Delineamento experimental.....	20
3.3. Obtenção e plantio das sementes.....	20
3.4. Características avaliadas.....	21
3.4.1. Altura das mudas e diâmetro do caule.....	21
3.4.2. Área foliar e comprimento radicular.....	21
3.4.3. Massa da matéria seca da parte aérea e raiz.....	21
3.4.4. Composição mineral das folhas.....	21
3.4.5. Índice de qualidade de Dickson.....	23
3.4.6. Análise estatística.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1. Características químicas do solo no início e no final do experimento.....	24
4.2. Taxa relativa de crescimento da altura (TRCA).....	25
4.3. Taxa relativa de crescimento do diâmetro (TRCD).....	27
4.4. Área foliar (AF).....	29
4.5. Área radicular (AR).....	31
4.6. Massa da matéria seca foliar (MMSF).....	33
4.7. Massa da matéria seca caulinar (MMSC).....	35
4.8. Massa da matéria seca radicular (MMSR)	37
4.9. Índice de qualidade de Dickson (IQD).....	39
4.10. Teor foliar de nitrogênio.....	41
4.11. Teor foliar de fósforo.....	43
4.12. Teor foliar de potássio.....	45

5. CONCLUSÃO.....	47
6. REFERÊNCIAS.....	48

ANEXOS

Anexo A. Resumo da análise de variância de mudas de acerola para parâmetros de crescimento: AF (área foliar), AR (área radicular), MMSF (massa seca da folha), MMSC (massa seca do caule), MMSR (massa seca da raiz), TRCA (taxa relativa de crescimento da altura) e TRCD (taxa relativa de crescimento do diâmetro).....56

Anexo B. Resumo da análise de variância de mudas de acerola para o acúmulo de macronutrientes: N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio).....57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado na produção de mudas de aceroleira no início do experimento.....22

Tabela 2. Características químicas do solo utilizado na produção de mudas de aceroleira ao final do experimento.....22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pluviosidade (mm) e temperatura (°C) durante os meses de condução do experimento.....	20
Figura 2. Taxa relativa de crescimento da altura das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	26
Figura 3. Taxa relativa de crescimento da altura das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples.....	26
Figura 4. Taxa relativa de crescimento do diâmetro das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	28
Figura 5. Taxa relativa de crescimento do diâmetro das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples (SFS).....	28
Figura 6. Área foliar (cm ² muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	30
Figura 7. Área foliar (cm ² muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples.....	30
Figura 8. Área radicular (cm ² muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	32
Figura 9. Área radicular (cm ² muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples (SFS).....	32
Figura 10. Massa da matéria seca foliar (g muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	34
Figura 11. Massa da matéria seca foliar (g muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples(SFS).....	34
Figura 12. Massa da matéria seca caular (g muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	36
Figura 13. Massa da matéria seca caular (g muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples (SFS).....	36
Figura 14. Massa da matéria seca radicular (g muda ⁻¹) das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	38
Figura 15. Massa da matéria seca radicular (g muda ⁻¹) das mudas de acerola (em função das doses de superfosfato simples (SFS).....	38
Figura 16. Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de acerola em função das doses de ureia.....	40

Figura 17. Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples (SFS).....	40
Figura 18. Teor foliar de Nitrogênio (g kg^{-1}) das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	42
Figura 19. Teor foliar de Nitrogênio (g kg^{-1}) das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples (SFS).....	42
Figura 20. Teor foliar de fósforo (g kg^{-1}) das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	44
Figura 21. Teor foliar de fósforo (g kg^{-1}) das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples (SFS).....	44
Figura 22. Teor foliar de potássio (g kg^{-1}) das mudas de acerola em função das doses de ureia.....	46
Figura 23. Teor foliar de potássio (g kg^{-1}) das mudas de acerola em função das doses de superfosfato simples (SFS).....	46

SOUZA COSTA, DIOGENES, M.CS. **Crescimento e teores de nutrientes em mudas de acerola adubadas com ureia e superfosfato simples.** Universidade Federal da Paraíba. Março, 2017. Walter Esfrain Pereira.

CRESCIMENTO E TEORES DE NUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLA ADUBADAS COM UREIA E SUPERFOSFATO SIMPLES

RESUMO

A aceroleira (*Malpighia glabra* L.) é uma cultura bastante valorizada e procurada, devido a apresentar na composição dos seus frutos alto teor de vitamina C. Apesar de ser, na atualidade, uma cultura com cultivo economicamente importante para diversas regiões, existem poucas pesquisas relacionadas às exigências nutricionais da aceroleira. Desta forma, objetivou-se com este experimento avaliar a influência de doses de nitrogênio e de fósforo no crescimento inicial e na composição mineral de mudas de acerola. Para o efeito, foi conduzido experimento com cinco doses de ureia (0; 0,66; 2,25; 3,85 e 4,5 g dm⁻³) e cinco doses de superfostato simples (SFS) (0; 0,87; 3,0; 5,13 e 6 g dm⁻³), no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. A unidade experimental constou de quatro sacos de polietileno contendo quatro mudas no total. Mensalmente, foram avaliados o diâmetro do caule e a altura das mudas. No final do experimento foram determinados o comprimento e a área do sistema radicular e foliar, a massa da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular e os teores foliares de N, P e K. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão. Não houve interação significativa entre as doses de ureia e SFS. As doses de 2,13 g dm⁻³ de ureia e 2,8 g dm⁻³ de SFS, resultaram no maior Índice de Qualidade de Dickson nas mudas de acerola. O teor foliar de N aumentou com as doses de ureia, enquanto o de K diminuiu. O teor foliar de P aumentou com as doses de superfosfato simples.

Palavras-chave: *Malpighia glabra*, crescimento, nutrientes

SOUZA COSTA, DIOGENES, M.cs. **Growth and nutrient content in acerola muds fungal with simple ureia and superphosphate.** Federal University of Paraiba. March, 2017. Walter Esfrain Pereira.

GROWTH AND NUTRIENT CONTENT IN ACEROLA MUDS FUNGAL WITH SIMPLE UREIA AND SUPERPHOSPHATE

ABSTRACT

The acerola fruit (*Malpighia glabra* L.) is a highly valued and sought after crop due to the high content of vitamin C in the composition of its fruits. Although it is currently a crop with economically important cultivation for several regions, there is little research related to the nutritional requirements of the acerola. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of nitrogen and phosphorus levels on the initial growth and mineral composition of acerola seedlings. The experiment was carried out with five doses of urea (0, 0.66, 2.25, 3.85 and 4.5 g dm⁻³) and five doses of single superfostat (SFS) (0, 0.87, 3.0, 5.13 and 6 g dm⁻³), in the randomized block design with four replicates. The experimental unit consisted of four polyethylene bags containing four seedlings in total. The stem diameter and height of the seedlings were evaluated monthly. At the end of the experiment, the length and area of the root and leaf system, the dry matter mass of the aerial part and the root system, and the N, P and K leaf contents were determined. The data were submitted to analysis of variance and regression. There was no significant interaction between urea and FSS doses. The doses of 2.13 g dm⁻³ urea and 2.8 g dm⁻³ FSS, resulted in the highest Dickson Quality Index in acerola seedlings. Leaf content of N increased with urea doses, while that of K decreased. Foliar content of P increased with single superphosphate doses.

Keywords: *Malpighia glabra*, growth, nutrients

1. INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia glabra* L.), é uma cultura bastante valorizada e procurada devido apresentar na composição seus frutos o alto teor de vitamina C, chegando a superar a quantidade encontrada no caju, laranja, e goiaba. Essa cultura foi introduzida no Brasil em meados da década de 1950, mas, somente no início dos anos 80, ela conquistou os pomares comerciais, devido à demanda pelo produto gerado nos países da Europa, Japão e Estados Unidos (EMBRAPA, 1995).

De acordo com Simão (1971); Almeida e Araújo (1992); Teixeira e Azevedo (1995), a acerola é adaptada a diversas condições climáticas, tanto em clima tropical quanto subtropical, com uma temperatura ideal em torno de 26 °C, isto devido a sua rusticidade. Os solos de fertilidade mediana e os argiloarenosos são os mais propícios ao cultivo dessa fruteira, em virtude da sua maior capacidade de retenção da umidade (SIMÃO, 1971).

A produção de mudas de qualidade é fase crucial na cadeia produtiva, considerando-se como um importante insumo na formação de pomares. Aliado a isso, a adição de nutrientes ao substrato contribui para o crescimento das mudas em virtude do desenvolvimento das raízes, aumento da resistência aos estresses ambientais e doenças (LIMA et al., 2011), assim como maior sobrevivência no campo pós-plantio.

Na fase inicial de desenvolvimento da planta, a aceroleira é exigente, em nutrientes, principalmente, nitrogênio e o potássio (ROZANE et al., 2007).

No Brasil, a acerola (*Malpighia glabra* L.) vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, devido ao seu elevado teor de vitamina C. O grande destaque na agroindústria brasileira se deve à elevada capacidade de aproveitamento industrial, com plantios comerciais em todos os Estados, sendo a região Nordeste a maior produtora por suas condições de solo e clima, correspondendo a 70% da produção nacional seguida do Sudeste com aproximadamente 15% (FURLANETO; NASSER; 2015).

Paiva et al., (2011) afirmaram que no Brasil substratos de origem orgânica, principalmente o esterco misturado ao solo, tem sido muito usado na produção de mudas.

Segundo Malavolta (1989), a deficiência de nitrogênio impede a produção de proteínas pela acerola, e desenvolve-se menos que as bem nutridas. Más, o excesso

desse elemento, trás serias consequências, como induzir a planta a vegetar, produzir poucos frutos e armazenar pouco carboidrato.

Trabalhos realizados por Cibes e Samuels (1955) com aceroleira em casa de vegetação em Porto Rico, constataram que a omissão de N foi o que mais implicou para um decréscimo no desenvolvimento e produção. O amarelecimento completo das folhas, com queda precoce das mesmas foram os principais sintomas de deficiência aguda. Plantas deficientes em N apresentaram aumento nos teores de P, Ca, Mn, Fe e S nas folhas, nas condições do estudo. Aumento na produção em função da aplicação de nitrogênio, também foi encontrado por Landrau Júnior e Hernández-Medina (1959), com o máximo de produção alcançado pela aplicação de 185 kg N ha⁻¹. Miranda et al. (1995) estudaram o efeito da omissão de N, P, K, Ca, Mg e Fe em solução nutritiva e constataram que a omissão de N causou redução na altura das plantas e na produção de matéria seca da parte aérea.

O fósforo é o elemento que mais limita a produção das regiões tropicais e subtropicais, pois, os solos brasileiros são pobres nesse elemento. Embora essencial, foi observado que plantas em produção extraem menores quantidades de P, comparadas com as quantidades de N e K. Isso pode ser observado com a acerola em produção. Semelhante ao que ocorre com o N, o P se redistribui facilmente na planta, em particular quando ocorre sua falta, o que acarreta surgimento de sintomas típicos nas folhas mais velhas. De acordo com Corrêa et al., (2002), a aplicação de doses crescentes fósforo em mudas de aceroleira com 90 dias de idade, apresentou resultados positivos em relação a altura da planta, número de folhas e massa seca das raízes e parte aérea. Na produção de mudas, a presença de fungos micorrízicos proporciona um aumento da absorção de fósforo pelas plantas, incrementando o crescimento das mesmas (CHU, 1993). Cibes e Samuels (1995) relatam que a omissão de P na solução nutritiva apresentou sintomatologia não específica para esse nutriente. Plantas de aceroleira submetidas ao tratamento sem P, não mostraram diferenças significativas com relação à produção de matéria seca, altura ou diâmetro (MIRANDA et al., 1995).

Apesar de ser, na atualidade, uma cultura com cultivo economicamente importante para diversas regiões, em decorrência do crescente aumento anual em área plantada com essa espécie, existem poucos estudos relacionados às exigências nutricionais da aceroleira. Portanto, é essencial realizar pesquisas que tratem sobre a produção utilizando técnicas eficazes para produção satisfatória dessa cultura. A

realização de pesquisas com a utilização de substratos adubados com nitrogênio e fósforo é de grande importância para produção de mudas de aceroleira de qualidade, pois, para obter plantas vigorosas na fase adulta os cuidados tem que começar com a nutrição mineral desde a fase de mudas. A adubação nitrogenada e a fosfatada são essenciais para o crescimento inicial da aceroleira, tanto da parte aérea como do sistema radicular. Objetivou-se com o presente estudo, avaliar a influência de doses de ureia e superfosfato simples no crescimento e nos teores de nutrientes das mudas de aceroleira.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Características da planta

De acordo com Couceiro (1985), a aceroleira é classificada como dicotiledônea, e pertence à família das Malpighiaceas. Esta cultura é um arbusto ou árvore de pequeno a médio porte que pode atingir até 4m de altura. Porém, sob condições de plantio comercial atinge de 1,5 a 2,0m de altura (ALVES, 1995). Apresenta tronco único ou ramificado, ramos densos e espalhados e geralmente curvados para baixo. As folhas são opostas com pecíolo curto, ovaladas ou elíptico-lanceoladas medindo de 2,5 a 7,5 cm de coloração verde-escuro e brilhante na face superior e verde pálido na inferior. Possui inflorescência com 2 a 4 flores em média hermafroditas, de coloração rósea a violeta esbranquiçada. Gonzaga Neto e Soares (1994) verificaram que os frutos da aceroleira são drupas de forma arredondada, ovalada ou cônica e quando maduros de cor vermelha, roxa ou amarela. As acerolas crescem isoladas ou em cachos de dois ou mais frutos sempre na axila das folhas. Apresentam peso variando de 3 a 16 gramas em função basicamente do potencial genético da planta e das condições de cultivo.

A aceroleira desenvolve-se satisfatoriamente em regiões de clima tropical e subtropical. De tal forma que as temperaturas médias na faixa de 25°C a 27°C são consideradas ideais para o seu cultivo. Para um desenvolvimento satisfatório requer altitudes que vão desde o nível do mar até 800m de altitude. Um regime pluviométrico de 1.300 a 1.700 mm bem distribuídos concorre para uma maior produção de frutas de maior tamanho e melhor qualidade. Couceiro (1985) verificou que precipitações acima de 1.800 mm favorecem a formação de frutos aquosos com menor teor de açúcares e vitamina "C". . Nakasone e Paul (1998) citam que o pH do solo ideal para a aceroleira situa-se na faixa de 5,0 a 6,5, profundos, argiloarenosos com boa drenagem, pois é sensível a solos encharcados.

A aceroleira pode ser propagada tanto por via sexual como também assexual, ou seja, por sementes ou por via vegetativa (enxertia e estaquia), respectivamente. Embora muitos plantios têm sido formados a partir de sementes no Brasil, este método de propagação proporciona grande desuniformidade entre plantas, com reflexos negativos na produtividade e qualidade dos frutos. Por isso, sua utilização é recomendável apenas na formação de porta-enxertos e híbridos em programas de melhoramento. A produção de mudas das variedades comerciais deve ser feita por propagação vegetativa, com

destaque para a enxertia e estaquia, que possibilita a manutenção fiel das suas características (RITZINGER, 2011).

Nas folhas o nitrogênio está nos cloroplastos como constituinte da molécula de clorofila, onde cada átomo de Mg está ligado a quatro átomos de nitrogênio e também participa da síntese de vitaminas, hormônios, coenzima, alcaloides, hexosaminas e outros compostos. O nitrogênio é um nutriente que está relacionado aos mais importantes processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética.

Cibes e Samuels (1955) trabalhando em casa de vegetação com aceroleira em Porto Rico constataram que a omissão de N foi o que mais implicou para um decréscimo no desenvolvimento e produção. Verificaram também que o amarelecimento completo das folhas, com queda precoce das mesmas foram os principais sintomas de deficiência aguda. E que plantas deficientes em N apresentaram aumento nos teores de P, Ca, Mn, Fe e S nas folhas nas condições de estudo.

É de se esperar que as aceroleiras exportem, pelos frutos, quantidades variáveis de nutrientes, dependendo da variedade, produção, do ambiente e do manejo da cultura. Alguns desses aspectos têm sido estudados. Cunha et al. (1993) relataram que a exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em frutas frescas era de 2.554; 361 e 2.975 g t⁻¹, respectivamente.

Em plantações de aceroleira, principalmente na fase de formação dos frutos, é de se esperar que as quantidades de alguns elementos a exemplo do K e do N sejam absorvidas em maiores quantidades (FREIRE et al., 2007).

O fósforo é um elemento essencial no metabolismo das plantas. Esse elemento desempenha um papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucléicos de cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos. Desse modo, limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. De acordo com Grant et al. (2001) o suprimento adequado de P é, diferentemente dos demais nutrientes, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta. O baixo teor de fósforo disponível no solo é a limitação nutricional mais generalizada na produção agrícola nos trópicos,

sendo que, de acordo com Arf (1994), é o nutriente que mais influi na produtividade do feijoeiro na maioria dos solos brasileiros, no entanto, é baixa a eficiência da adubação fosfatada, pois grande parte do P adicionado torna-se imóvel ou não disponível, em virtude de reações de adsorção em coloides minerais, precipitação ou conversão em formas orgânicas (HOLFORD, 1997).

Correia et al. (2002) observou em mudas de acerola em casa de vegetação que aumentos na altura, diâmetro, produção de massa seca das folhas e caule foram altamente dependentes do fósforo e que a adição de fósforo na dose de 450 mg de P dm⁻³ pode melhorar o desenvolvimento das mudas de aceroleiras. Isto demonstra a importância do fósforo para o crescimento das mudas de aceroleira, o qual participa da formação da parede celular e vários processos metabólicos, que são vitais ao desenvolvimento da planta (MARSCHNER, 1997).

4. METODOLOGIA

4.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido em viveiro coberto com sombrite 50% no Sítio Itamataí, cidade de Guarabira, PB. A temperatura média mensal é de 24,02 °C, com pluviosidade média mensal de 117,2 mm, no período compreendido entre maio de 2016 a setembro de 2016 (Figura 1).

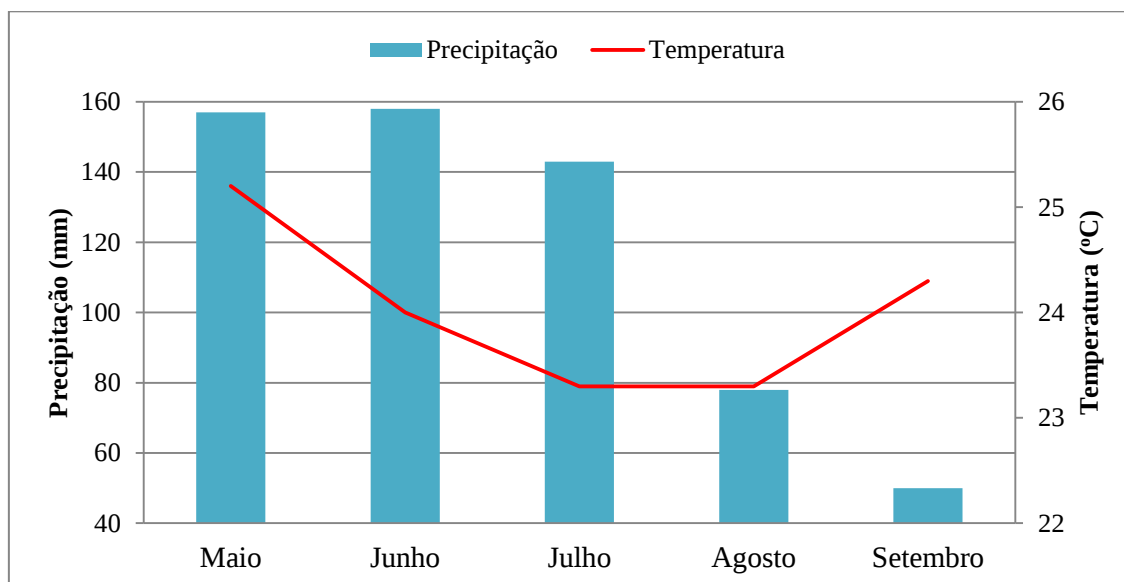


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C) durante os meses de condução do experimento.

4.2. Delineamento experimental

Foram avaliadas cinco doses de ureia (0; 0,66; 2,25; 3,85 e 4,5 g dm⁻³) e cinco doses de superfosfato simples (0; 0,87; 3,0; 5,13 e 6 g dm⁻³), combinados de acordo com a matriz Composto Central de Box, totalizando dez tratamentos no delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental constou de quatro sacos de polietileno de 15 cm x 30 cm contendo quatro mudas no total.

4.3. Obtenção e plantio das sementes

As sementes foram obtidas de frutos maduros adquiridos na propriedade descrita anteriormente. As mesmas foram colocadas para secar à sombra durante 48 horas, após a lavagem para despolpa dos frutos. A semeadura foi realizada utilizando cinco sementes por recipiente. Após a germinação, foi feito o desbaste das plantas deixando-se uma planta por recipiente. No início e no final do experimento, as propriedades

químicas dos substratos foram determinadas no Laboratório de Análise de Solos, no Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA, UFPB, Areia, PB (Tabelas 1 e 2).

4.4. Características avaliadas

4.4.1. Altura das mudas e diâmetro do caule

Mensalmente, foram avaliados o diâmetro do caule, utilizando um paquímetro, e a altura das mudas, mediante régua centimetrada. Aos 105 dias, quando foi realizada a última avaliação da altura e do diâmetro, calcularam-se as taxas relativas de crescimento da altura e do diâmetro.

4.4.2. Área foliar e comprimento radicular

Quando as mudas atingiram aproximadamente 25 cm de altura, aos 105 dias da semeadura das sementes, foram coletadas a parte aérea e o sistema radicular, determinando-se o comprimento e área do sistema radicular e foliar, utilizando fotografias que foram analisadas mediante o programa SigmaScan® Pro 5 Demo.

4.4.3. Massa da matéria seca da parte aérea e raiz

Para determinar a massa da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, as mudas foram mantidas em estufa a 60 °C até peso constante. Em seguida foram pesadas em balança graduada.

4.4.4. Composição mineral das folhas

A metodologia empregada para a análise de tecido vegetal para composição mineral foi a proposta pela Embrapa (1999), sendo que as amostras foram coletadas e logo em seguida lavadas em água corrente e colocadas em sacos de papel e levadas para estufa a 60 °C até atingir peso constante. Em seguida foram trituradas em moinho e peneiradas em peneira de malha de 1,0 mm e encaminhadas às devidas análises. A digestão foi realizada em ácido sulfúrico e água oxigenada, para determinação do nitrogênio total, ácido nítrico perclórico concentrados, sendo 65 % p.a e 72 % de p.a, respectivamente, na proporção 3:1 e para os demais macronutrientes utilizou-se a digestão seca. Em seguida foi utilizada a técnica por espectrometria de emissão de absorção atômica com indução de plasma, sendo colorimetria de azul-de-indofenol para nitrogênio, molibdato-vanadato para o fósforo e para o potássio, por fotometria de chama e o cálcio por espectrofotometria de absorção atômica (Embrapa, 1999).

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado na produção de mudas de aceroleira no início do experimento

Trat.	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.
Nº	H ₂ O	 mg/dm ³	cmol _c /dm ³								g/kg
1	7,2	278,51	76,09	0,11	2,39	0	1,75	1,60	3,66	6,05	6,64
2	6,5	1646,76	136,02	0,24	4,13	0	3,71	0,40	4,70	8,82	7,76
3	7,4	236,51	66,78	0,08	2,48	0	0,74	1,55	2,55	5,02	8,99
4	7,0	1366,90	127,26	0,28	3,38	0	0,06	1,47	2,13	5,52	7,15
5	5,7	801,46	177,41	0,14	3,05	0,05	1,60	3,03	5,23	8,28	4,70
6	7,2	900,16	98,03	0,18	2,56	0	0,16	2,70	3,30	5,85	6,44
7	7,6	22,60	53,09	0,05	1,90	0	1,11	0,68	1,98	3,87	7,25
8	6,7	1318,52	151,04	0,25	3,63	0	0,36	3,02	4,01	7,64	6,33
9	6,7	1097,58	124,42	0,22	2,89	0	0,37	1,64	2,54	5,43	7,36
10	4,8	11,63	63,94	0,06	2,64	0,05	1,84	0,75	2,82	5,46	7,97

Tabela 2. Características químicas do solo utilizado na produção de mudas de aceroleira ao final do experimento

Trat.	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.
Nº	H ₂ O	 mg/dm ³	cmol _c /dm ³								g/kg
1	4,2	257,62	40,45	0,19	0,66	0,30	0,58	0,18	1,05	1,71	4,89
2	4,7	1266,24	62,70	0,32	1,32	0,20	1,56	0,40	2,44	3,76	5,77
3	4,7	365,28	149,26	0,22	0,41	0,10	0,80	0,29	1,69	2,11	5,48
4	5,1	1619,34	42,58	0,28	0,50	0,15	1,28	0,26	1,93	2,43	5,09
5	4,9	1557,33	65,75	0,24	0,41	0,10	1,02	0,55	1,98	2,39	5,58
6	5,2	1027,28	29,78	0,24	0,41	0,10	1,27	0,17	1,76	2,17	4,99
7	4,8	463,23	49,59	0,28	0,25	0,10	0,75	0,25	1,40	1,65	4,30
8	4,9	858,69	55,69	0,32	1,49	0,25	1,68	0,34	2,49	3,97	5,28
9	5,0	1035,62	34,66	0,29	3,47	0,10	0,94	0,26	1,58	5,04	3,81
10	5,1	9,54	53,56	0,25	2,72	0,01	0,42	0,22	1,03	3,75	4,70

4.4.5. Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Com base nas características biométricas das mudas de aceroleira: altura (H), diâmetro (D), massa da matéria seca da parte aérea (caule, folhas) (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST), calculou-se o Índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas, por meio da fórmula apresentada por DICKSON et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

4.4.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial, testando-se os efeitos linear e quadrático, utilizando-se o software estatístico SAS.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Características químicas do solo no início e no final do experimento

Verificou-se valores de pH adequados nos tratamentos 2 e 5, apresentando valores de 6,5; 5,7, respectivamente (Tabela 1). Nos demais tratamentos os valores não se apresentaram adequados para a cultura da acerola. O pH ideal para o desenvolvimento desta cultura encontra-se na faixa de 5,5 a 6,5 (Hernandez-Medina et al, 1970).

Os teores de fósforo foram considerados baixos nos tratamentos 7 e 10, apresentando valores de 22,60 e 11,63 mg dm⁻³, respectivamente. Porém, nos demais tratamentos os valores apresentaram-se muito altos (Tabela 1). Os teores de potássio foram considerados médios nos tratamentos 1, 3, 7 e 10, apresentando valores de 76,09; 66,78; 53,09 e 63,94 mg dm⁻³, respectivamente. Entretanto, nos demais tratamentos verificou-se teores elevados de potássio (Tabela 1).

A análise de solo no final do experimento apresentou valores de pH considerados não adequados para a aceroleira, ou seja, valores baixos de pH (Tabela 2). Diferentemente da tabela 1, os teores de fósforo da tabela 2, foram considerados baixos apenas no T₁₀, e nos demais foram verificados valores altos (Tabela 2). Comparado as tabelas 1 e 2, observa-se que houve incremento no teor de fósforo em alguns tratamentos no final do experimento e pequeno decréscimo em outros e este acréscimo pode ser devido a capacidade das plantas de exsudação de nutrientes para o solo.

5.2. Taxa relativa de crescimento da altura

A taxa relativa de crescimento da altura (TRCA) foi afetada quadraticamente pelas doses de ureia e linearmente pelas de superfosfato simples (SFS) (Figuras 2 e 3), sem interação entre os mesmos.

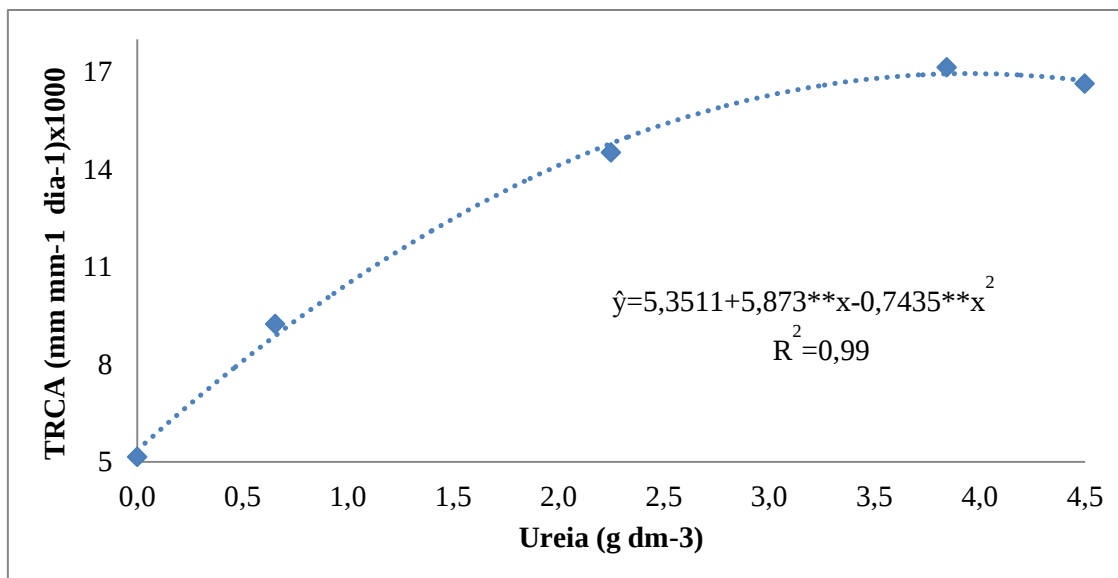
O aumento das doses de ureia aumentou a TRCA nas mudas de aceroleira, com maior valor estimado em $3,94 \text{ g dm}^{-3}$, decrescendo posteriormente (Figura 2). O N também é um importante componente enzimático na planta e atua nos aminoácidos formadores de proteínas, sendo dessa forma responsável pelo aumento do teor de proteína na planta de forma direta, portanto esse elemento, permite o crescimento e desenvolvimento da mesma (VIÉGAS et al., 2004).

Resultados distintos foram constatados por Ferreira (2014), trabalhando com o crescimento de mudas de acerola adubadas com nitrogênio, verificou altura máxima das mudas com aplicação da dose de $0,52 \text{ g dm}^{-3}$ de N. Pode-se atribuir esse motivo ao fato de que esse experimento foi conduzido em casa de vegetação e em ambiente com controle de temperatura, e dessa forma os fatores externos tiveram pouca influência sobre os resultados.

O aumento das doses de superfosfato simples aumentou a TRCA nas mudas de aceroleira, com maior valor estimado em $5,13 \text{ g dm}^{-3}$, decrescendo posteriormente (Figura 3). Esses resultados se assemelham aos encontrados por Corrêa et al., (2002), que trabalhando com mudas de aceroleira em casa de vegetação com 90 dias de idade, constatou que a aplicação de doses crescentes de fósforo incrementou linearmente as características de altura da planta, número de folhas e massa seca das raízes e parte aérea.

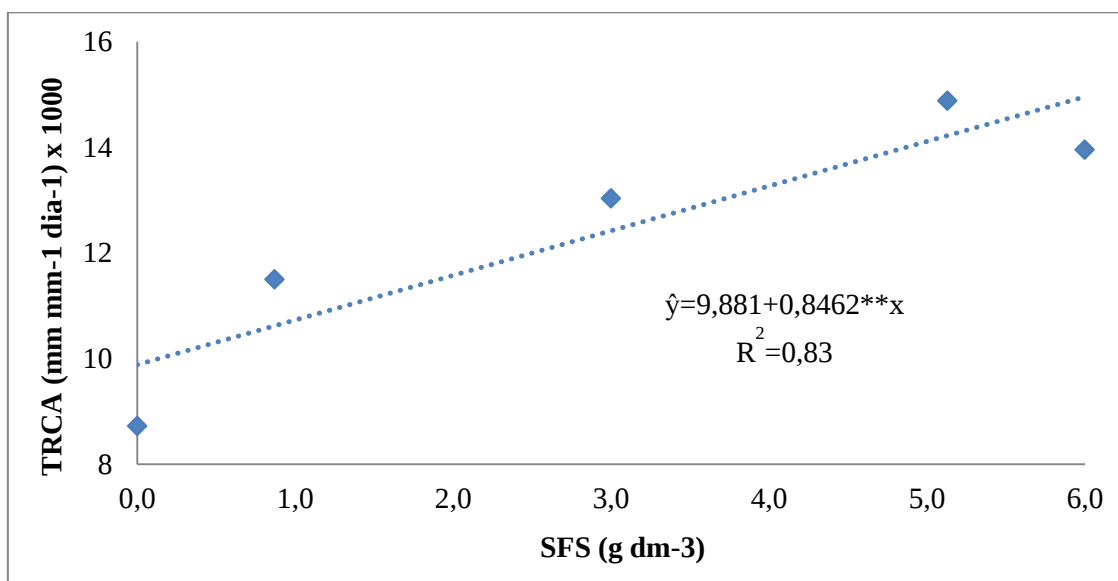
Soares (2012) verificou resultados semelhantes para a cultura da mangueira submetida a diferentes substratos adubados com nitrogênio e fósforo, sendo que a adubação fosfatada aumentou linearmente a TRCA, enquanto que a adubação com nitrogênio afetou quadraticamente a TRCA das mudas de mangueira.

A altura de plantas pode não ser um bom indicativo da qualidade de mudas, devido a fatores que podem influenciar os tratamentos, como a competição entre as plantas em função da luminosidade que pode causar estiolamento destas por mais controlado que seja o ambiente utilizado para condução do experimento (FERNANDEZ, 2002).



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

Figura 2. Taxa relativa de crescimento da altura (TRCA) das mudas de acerola em função de doses de ureia.



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

Figura 3. Taxa relativa de crescimento da altura (TRCA) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.3. Taxa relativa de crescimento do diâmetro

A taxa relativa de crescimento do diâmetro (TRCD) foi afetada quadraticamente pelas doses de ureia enquanto que as doses de superfosfato simples (SFS) não afetaram a TRCD das mudas de acerola (Figuras 4 e 5), sem interação entre os mesmos.

O aumento das doses de ureia aumentou a TRCD nas mudas de acerola, com maior valor estimado em $2,88 \text{ g dm}^{-3}$, posteriormente decresceu (Figura 4). Ferreira (2014) trabalhando com doses de N no crescimento da aceroleira, verificou que a dose de $422,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de N, foi a que promoveu os maiores valores para o diâmetro das mudas, dessa forma, não concordando com os resultados verificados no presente estudo.

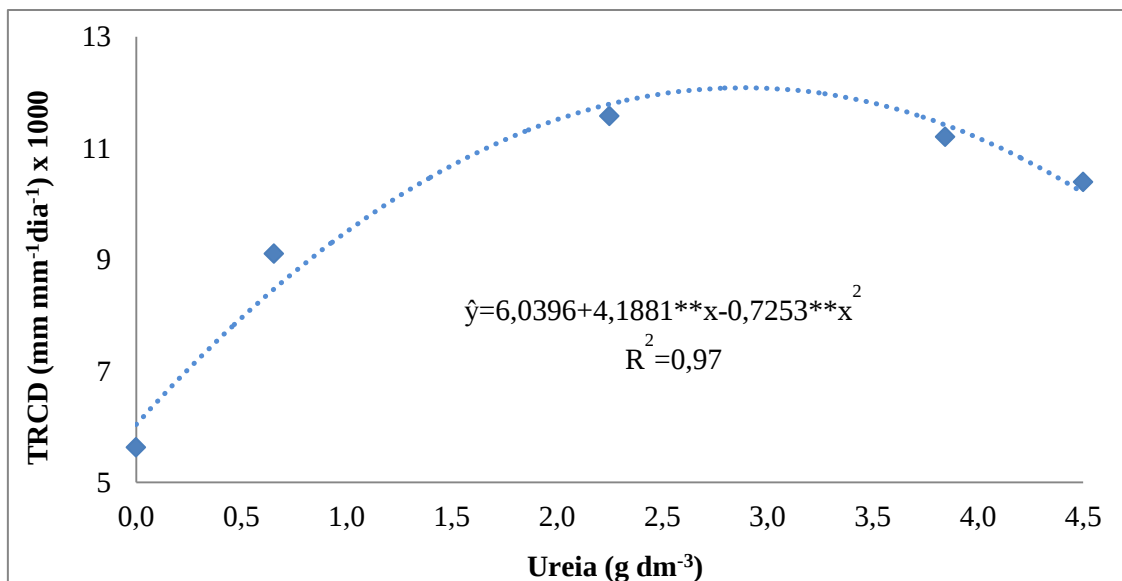
As doses de superfosfato simples (SFS) não influenciaram significativamente a TRCD das mudas de aceroleira (Figura 5). Miranda et al., (1995), verificaram que aceroleira submetidas a tratamento sem P, não mostraram diferenças significativas com relação ao diâmetro das mudas.

O maior diâmetro do colo de mudas é um bom indicativo para a escolha de mudas de qualidade, sendo esta característica um indicativo da capacidade de sobrevivência destas no Campo (FERNANDES, 2002). Negreiros et al. (2004) obteve efeito semelhante com o diâmetro do caule de mudas de gravioleira quando utilizou substratos contendo esterco de curral, que proporcionou o aumento do diâmetro do caule das mudas.

A análise de crescimento tem sido usada na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente (PEIXOTO, 1998) e constitui uma ferramenta muito eficiente para a identificação de materiais promissores (BENINCASA, 2003), além de identificar características que, no crescimento inicial, indiquem possibilidade de aumento no rendimento da planta adulta, favorecendo os trabalhos de melhoramento na busca por materiais mais produtivos.

Soares (2012) verificou resposta quadrática para o diâmetro de mudas de mangueira submetida a substratos adubados com ureia e superfosfato simples.

Desta forma, os dados verificados no presente estudo se assemelham apenas aos resultados verificados por Soares (2012) para as doses de ureia, diferindo com os verificados com as doses de SFS que não promoveram efeito significativo nas mudas de acerola.



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

Figura 4. Taxa relativa de crescimento do diâmetro (TRCD) das mudas de acerola em função de doses de ureia.

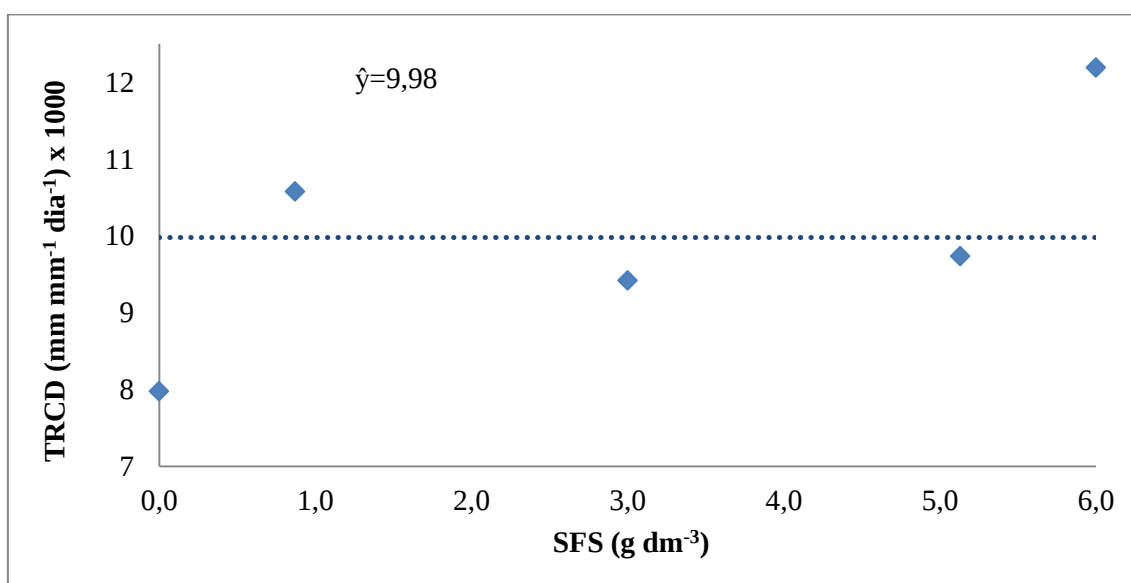


Figura 5. Taxa relativa de crescimento do diâmetro (TRCD) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.4. Área foliar

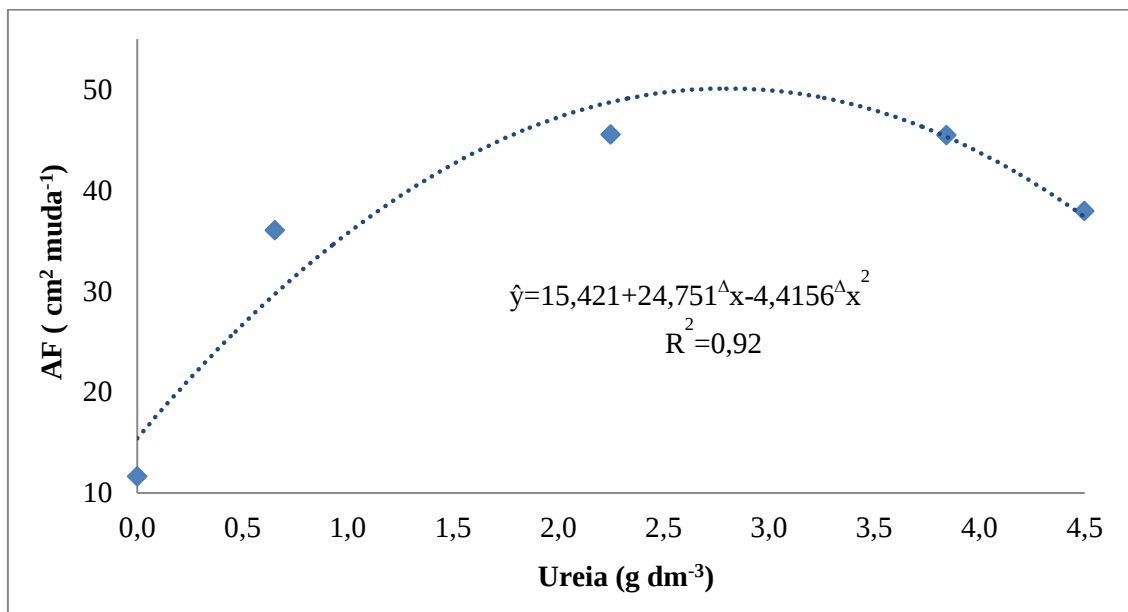
A área foliar (AF) foi afetada quadraticamente pelas doses de ureia e as doses de superfosfato simples (SFS) não afetaram significativamente a AF das mudas de acerola (Figuras 6 e 7), sem interação entre os mesmos.

O aumento das doses de ureia aumentou a AF nas mudas de acerola, com maior valor estimado em $2,88 \text{ g dm}^{-3}$, posteriormente decresceu (Figura 6). Hoffmann et al. (2001), afirmam que uma maior disponibilidade dos nutrientes essenciais as plantas tem influência na emissão e no tamanho das folhas e, com isso, tendo influência direta na fotoassimilação, regulando o crescimento das plantas. Dantas et al. (2014), trabalhando em viveiro coberto com sombrite 50%, verificou os seguintes resultados sobre a influência de substratos e biofertilizante em mudas de aceroleira: acréscimo de $4,8 \text{ cm}^{-2}$ de área foliar por planta para cada aumento percentual de biofertilizante. Cibes e Samuels (1955), trabalhando com aceroleira em casa de vegetação em Porto Rico, constataram que a omissão de N foi o que mais implicou para um decréscimo no desenvolvimento e produção desta cultura.

As doses de superfosfato simples não influenciaram significativamente a AF das mudas de acerola (Figura 7). A folha é o principal órgão no processo transpiratório, responsável pelas trocas gasosas entre a planta e o ambiente (PEREIRA et al., 1997), razão pela qual o conhecimento da superfície foliar é de grande utilidade para a avaliação de outras técnicas culturais como poda, adubação, densidade de plantio e aplicação de defensivos.

A área foliar representa o aparato de interceptação de luz para a fotossíntese e é uma característica utilizada em análises do crescimento vegetal. A partir da estimativa da área foliar é possível chegar a algumas variáveis ecofisiológicas como área foliar específica, razão de área foliar, índice de área foliar, taxa assimilatória líquida, taxa de crescimento foliar relativo, entre outras, que permitem inferir sobre eficiência fotossintética, padrões de crescimento e desenvolvimento e quantificação de variações no crescimento das plantas devido a diferenças genéticas ou ambientais (FONSECA; CONDÉ, 1994). Lacerda et al. (2009) trabalhando com mudas de goiabeira ‘Paluma’ submetidas a diferentes substratos adubados com superfosfato simples, verificou que o superfosfato simples na concentração de 6 g dm^{-3} diminuiu a área foliar em comparação

a testemunha (0 g dm^{-3}), enquanto que na doses de 12 g dm^{-3} verificaram-se os maiores valores de área foliar.



$^{\Delta}$: Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 6. Área foliar (AF) das mudas de acerola em função de doses de ureia.

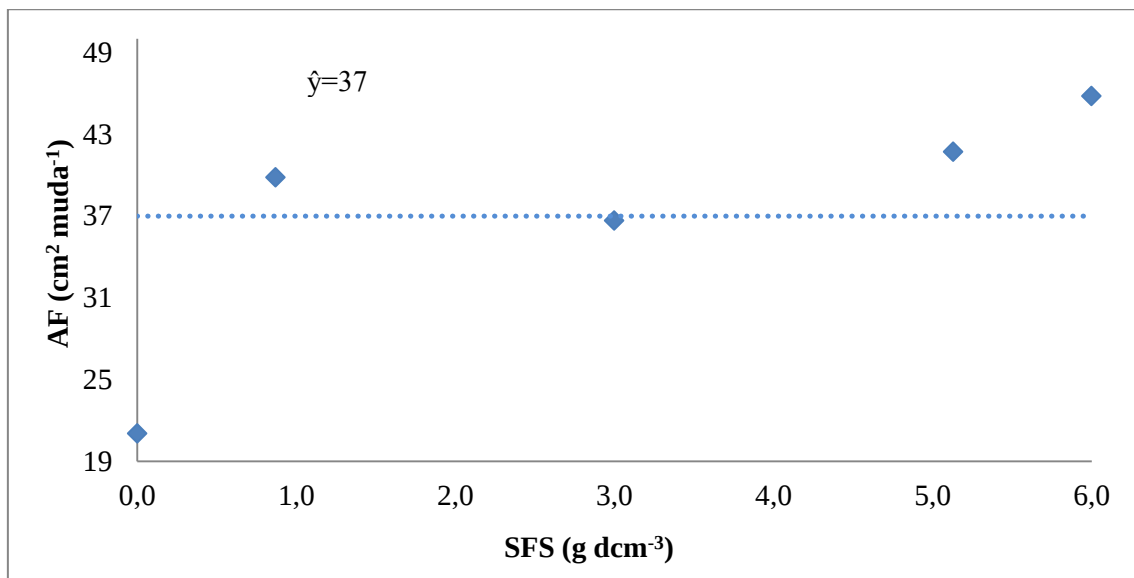


Figura 7. Área foliar (AF) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.5. Área radicular

A área radicular (AR) foi afetada quadraticamente pelas doses de ureia e linearmente pelas de superfosfato simples (SFS) (figuras 8 e 9), sem interação entre os mesmos.

O aumento das doses de ureia aumentou a AR nas mudas de acerola, com maior valor estimado em $2,25 \text{ g dm}^{-3}$ apresentando valores de $25,8 \text{ cm}^2 \text{ muda}^{-1}$, posteriormente decresceu (Figura 8). Isso pode se explicar pelos resultados encontrados por (Ferreira, 2014), que trabalhando com o crescimento de mudas de acerola adubadas com nitrogênio, verificou que esse é o principal nutriente modulador das respostas para o crescimento das raízes de mudas de aceroleira.

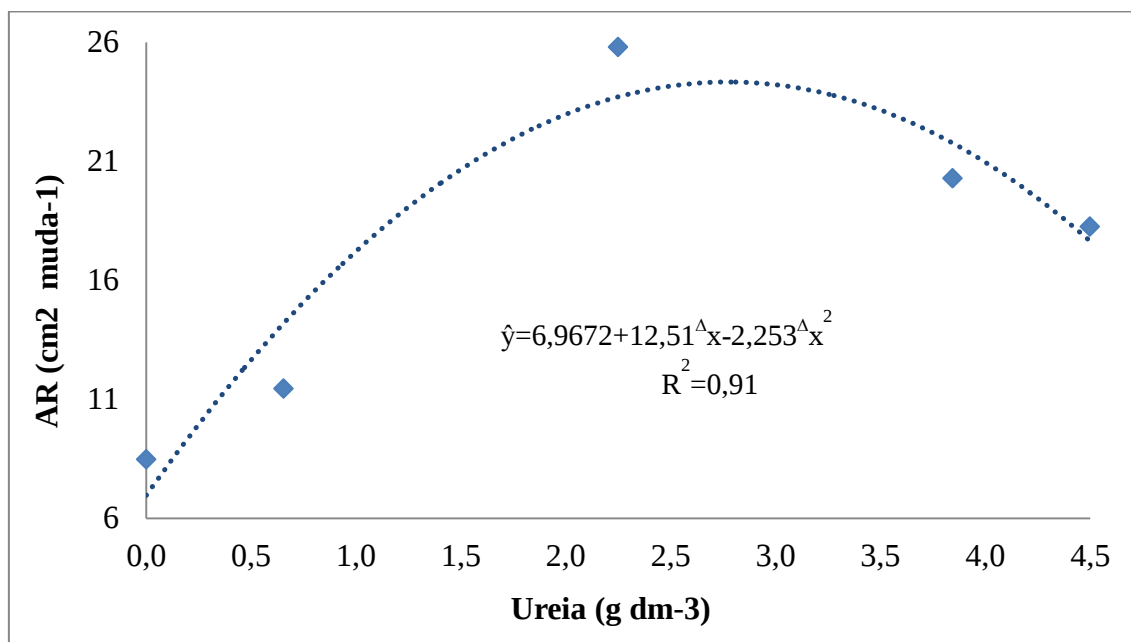
O aumento das doses de superfosfato simples aumentou a AR nas mudas de acerola, com maior valor estimado em $6,0 \text{ g dm}^{-3}$ apresentando valores de $33,07 \text{ cm}^2 \text{ muda}^{-1}$.

Cintra & Neves (1996) afirmam que a importância do estudo do sistema radicular das espécies vegetais utilizadas na agricultura é um fato incontestável e já demonstrado em inúmeras publicações. Neves et al. (2000) analisaram o sistema radicular de três cultivares de acerola em um Latossolo Roxo e verificaram que a profundidade efetiva do sistema radicular das três variedades variou de 0,50 a 0,69 m, pois nesta profundidade foi encontrado 80% do sistema radicular das plantas analisadas. Com relação à distribuição horizontal das raízes no perfil do solo, os autores observaram que 80% do sistema radicular concentravam-se a 0,75 m de distância da planta.

Diante disto, recomenda-se que sejam feitas avaliações da distribuição do sistema radicular das plantas, no sentido de se determinar a profundidade efetiva das raízes de absorção de água e nutrientes para locais específicos e, conseqüentemente, os volumes de água disponíveis no perfil do solo para as plantas. Somente, a partir destas informações, será possível otimizar a frequência e ou a intermitência da irrigação e as lâminas de água aplicada em cada irrigação (SOARES et al., 1998).

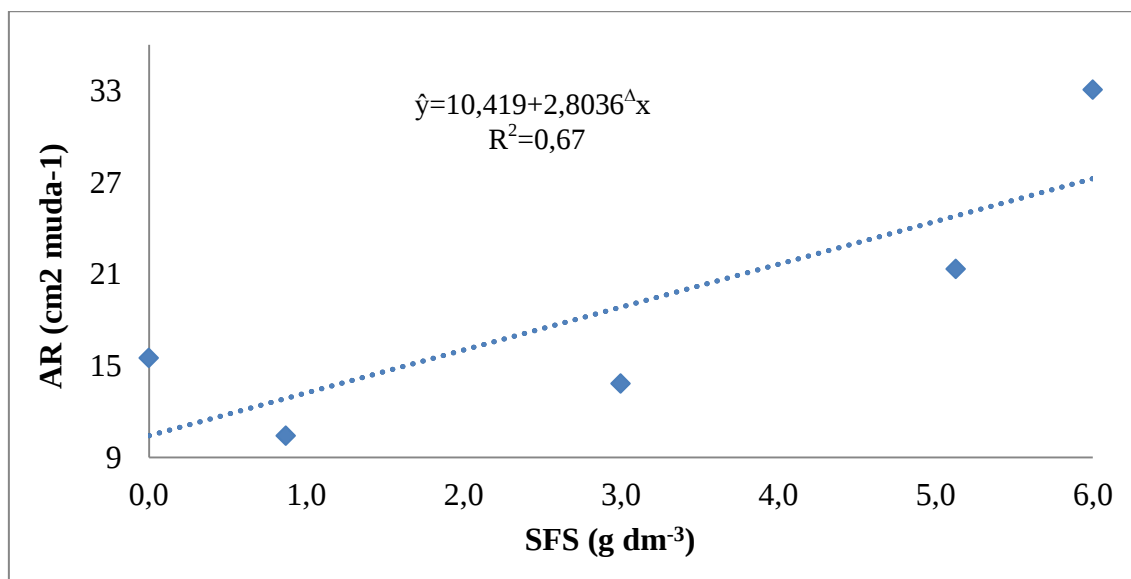
Lacerda et al. (2009) trabalhando com mudas de goiabeira 'Paluma' submetidas a diferentes substratos adubados com superfosfato simples, verificou que com a aplicação de 6 g dm^{-3} de superfosfato simples não houve decréscimo da área radicular, permanecendo constante, ocorrendo decréscimo somente com o aumento na proporção de 38% de esterco e de 68% de terra vegetal no substrato enquanto que com 12 g dm^{-3}

houve um aumento da área radicular, com o aumento de areia, terra e esterco no substrato, diminuindo a partir de 62%, 50% e 30% respectivamente.



Δ: Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 8. Área radicular (AR) das mudas de acerola em função de doses de ureia.



Δ: Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 9. Área radicular (AR) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.6. Massa da matéria seca foliar

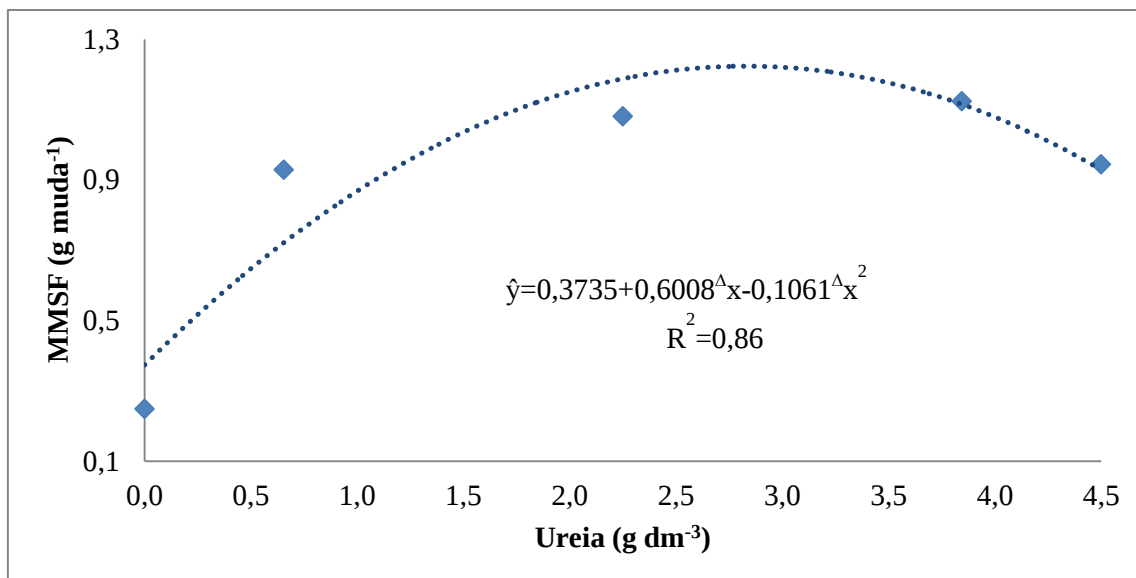
A massa da matéria seca foliar (MMSF) foi afetada quadraticamente pelas doses de ureia e as doses de superfosfato simples (SFS) não afetaram a MMSF das mudas de acerola (figuras 10 e 11), sem interação entre os mesmos.

O aumento das doses de ureia aumentou a MMSF nas mudas de acerola, com maior valor estimado em $2,83 \text{ g dm}^{-3}$, posteriormente decresceu (Figura 10). Esses resultados estão em desacordo com os verificados por Batista et al., (1995), que em Latossolo Amarelo, verificaram aumento significativo na produção de massa da matéria seca de plantas de aceroleira, em função das doses de ureia, obtendo os melhores resultados com a dose de 150 mg kg^{-1} de N e aos encontrados por Brasil et al., (1999) que testando doses de nitrogênio em mudas de aceroleira, observou que a maior produção de matéria seca total da planta foi obtida com a dose de 160 mg kg^{-1} de N, usando a uréia como fonte em um solo corrigido.

Correia (2002) trabalhando com fósforo e zinco no desenvolvimento de mudas de acerola, onde a fonte de fósforo foi superfosfato triplo, verificou que os aumentos na produção de massa das folhas foram altamente dependentes do fósforo, não apresentando respostas à aplicação do zinco. Isto demonstra a importância do fósforo para o crescimento das mudas de aceroleiras, o qual participa da formação da parede celular e vários processos metabólicos, que são vitais ao desenvolvimento da planta (MARSCHNER, 1997).

Porém, estes resultados não concordam com os encontrados no presente estudo, onde se verifica que o SFS não promoveu influência significativa no incremento da massa da matéria seca das folhas das mudas de acerola. A possível explicação pode se dar pelo fato de que foram utilizadas diferentes fontes de fósforo nos diferentes experimentos.

A importância do N na produção da massa seca da parte aérea foi testada por Pereira et al. (1996), observando a influência positiva de N no crescimento de mudas de árvores e, por Peixoto e Carvalho (1996), avaliando o efeito da ureia na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. Estes evidenciaram que a produção da matéria seca da parte aérea foi maior com o aumento das doses desse nutriente, deste modo, concordando com os resultados verificados na presente pesquisa.



^Δ: Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 10. Massa da matéria seca foliar (MMSF) das mudas de acerola em função de doses de ureia.

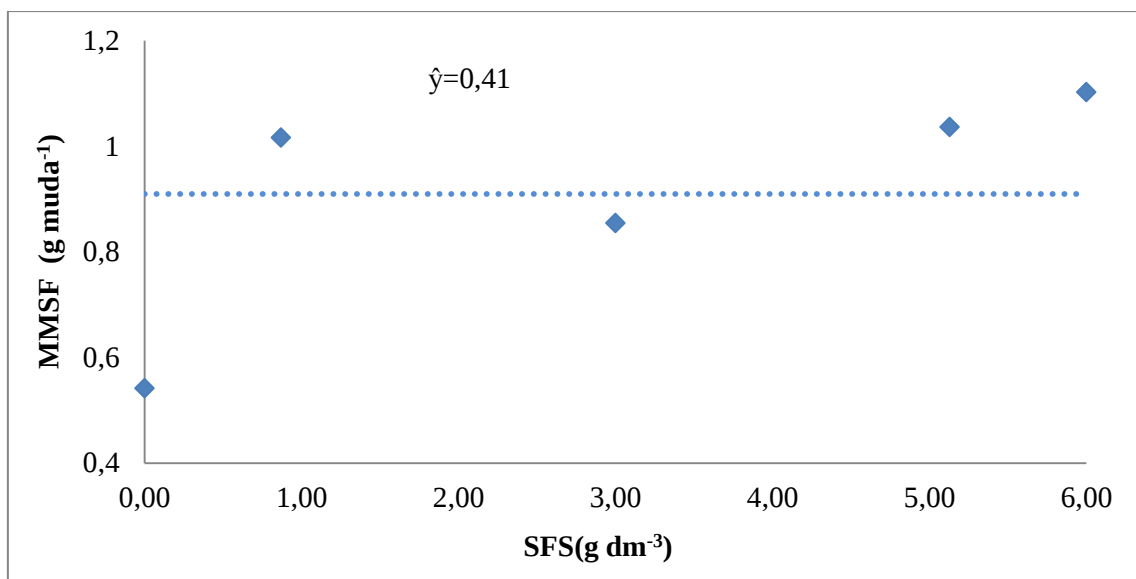


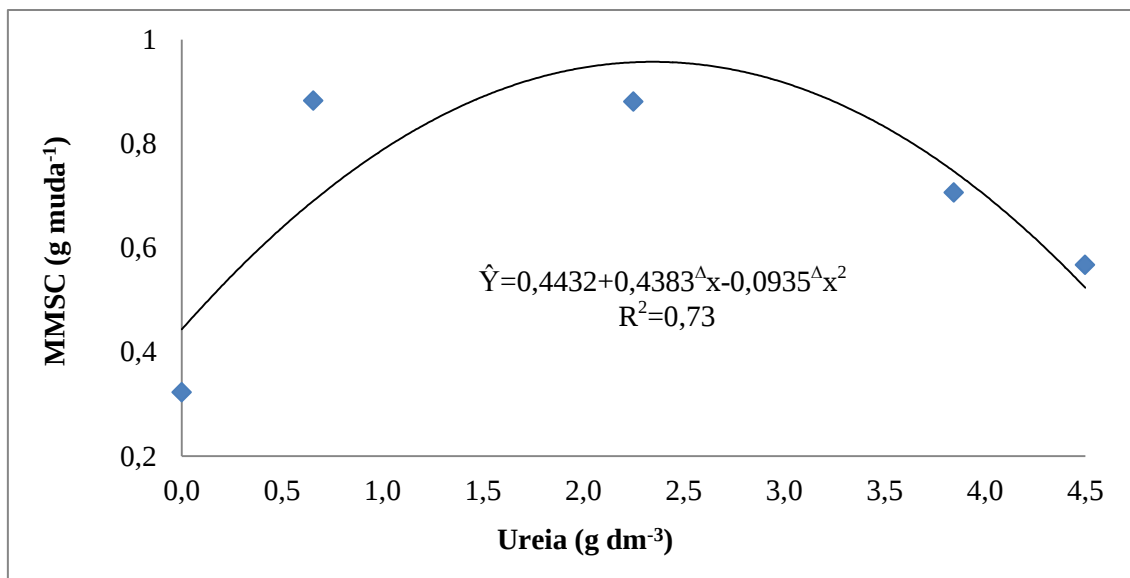
Figura 11. Massa da matéria seca foliar (MMSF) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.7. Massa da matéria seca caulinar

As doses de ureia afetaram quadraticamente a massa da matéria seca caulinar (MMSC) das mudas de acerola e as de superfosfato simples não promoveram efeito significativo (Figuras 12 e 13). O aumento das doses de ureia aumentou a MMSC nas mudas de acerola, com maior valor estimado em $2,37 \text{ g dm}^{-3}$. Resultados semelhantes foram encontrados por Veloso et al. (2001), que trabalhando com a influência da ureia na produção de mudas de acerola, verificaram que a produção de matéria seca do caule foi afetada significativamente pelas doses de ureia. Batista et al. (1995) verificaram resultados distintos em Latossolo Amarelo, constatando aumento significativo na produção de matéria seca de plantas de aceroleira em função da aplicação de ureia com a dose de até 150 mg kg^{-1} de N.

Correia (2002) trabalhando com fósforo e zinco no desenvolvimento de mudas de acerola, onde a fonte de fósforo foi superfosfato triplo, verificou que os aumentos na produção de massa do caule foram altamente dependentes do fósforo, não apresentando respostas à aplicação do zinco. Isto demonstra a importância do fósforo para o crescimento das mudas de aceroleiras, o qual participa da formação da parede celular e vários processos metabólicos, que são vitais ao desenvolvimento da planta (Marschines, 1997). Porém, estes resultados não concordam com os encontrados no presente estudo, onde se verifica que o SFS não promoveu influência significativa no incremento da massa da matéria seca nas folhas das mudas de acerola. A possível explicação pode se dar pelo fato de que foram utilizadas diferentes fontes de fósforo nos diferentes experimentos.

Lacerda et al. (2009) trabalhando com mudas de goiabeira ‘Paluma’ submetidas a diferentes substratos adubados com superfosfato simples, verificou que a aplicação da dose de 12 g dm^{-3} de SFS, promoveu acréscimo da matéria seca do caule das mudas, juntamente com o aumento da proporção de areia, terra e esterco no substrato, diminuindo a partir de 50%, 48% e 30% respectivamente, entretanto, esses resultados não concordam com os verificados no presente estudo, possivelmente porque Lacerda utilizou esterco que é rico em nutrientes e cultura diferente, pois, cada cultura tem exigência diferente por nutrientes.



^Δ: Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 12. Massa da matéria seca caular (MMSC) das mudas de acerola em função de doses de ureia.

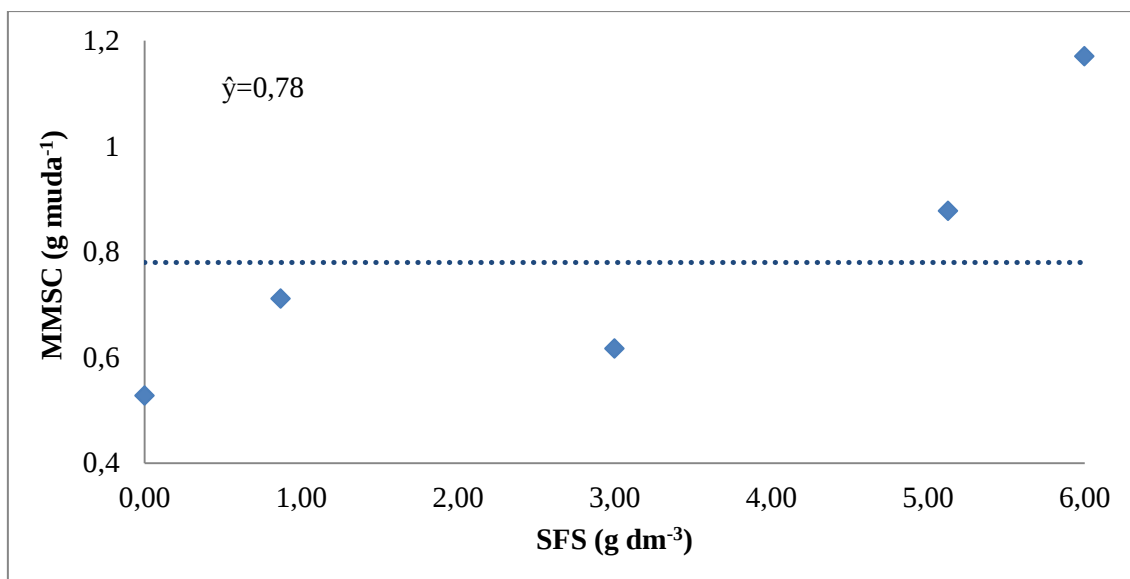


Figura 13. Massa da matéria seca caular (MMSC) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.8. Massa da matéria seca radicular

As doses de ureia não afetaram significativamente a massa da matéria seca radicular (MMSR) e as de superfosfato simples promoveram efeito significativo afetando linearmente a massa da matéria seca da raiz das mudas de aceroleira (Figuras 14 e 15). Possivelmente as doses de N utilizadas não são adequadas para um incremento satisfatório na MMSR em mudas de acerola. Para Boot e Mensink (1990) e Durieux et al. (1994), quando os nutrientes no substrato excedem um nível ótimo, o crescimento radicular fica limitado pela falta de carboidratos e eventualmente cessa. O aumento das doses de superfosfato simples aumentou a MMSR com maior valor estimado em 6 g dm^{-3} apresentando valores de $1,26 \text{ g muda}^{-1}$.

Com a adição da dose de até 450 mg kg^{-1} de P no solo, Correia et al. (2002), verificaram resposta linear na altura, massa seca da parte aérea e das raízes de plantas de acerola, desta forma, os resultados verificados no presente estudo vão de encontro aos encontrados por Correia aos verificados por Ferreira (2014), que trabalhando com o crescimento de mudas de acerola adubadas com nitrogênio e potássio, verificou os seguintes resultados: a medida que se aumentava as doses de N a matéria seca da raiz também aumentava, e os melhores resultados foram observados com a aplicação da dose de 375 mg dm^{-3} de N. Portanto, Hermann (1964), afirma que o peso de massa seca das raízes tem sido reconhecido como um dos melhores e mais importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo.

Lobato et al., (1998) também constataram ganhos significativos com a presença de P_2O_5 adicionados ao substrato, no desenvolvimento do sistema radicular de mudas de bananeira. Souza et al. (1998), trabalhando com a aplicação de P_2O_5 no substrato, para a formação de mudas de aceroleira, constataram ganhos significativos com a presença deste mineral no desenvolvimento das plantas, concordando assim com os resultados alcançados pelo presente estudo.

Em mudas de graviroleira, Souza et al. (2003) concluíram que a aplicação de superfosfato simples na dose de 5 kg m^{-3} de substrato com 40% de vermicomposto proporcionaram a obtenção de mudas com qualidade superiores às demais. Constatou também que doses de superfosfato simples acima de $5,0 \text{ kg m}^{-3}$ promovem efeitos negativos na altura das mudas. Segundo Lopes (1989), as culturas diferem grandemente na sua habilidade para extrair formas disponíveis de fósforo no solo. Assim, pode-se ter

ganhos ou não com a aplicação de fósforo na produção de mudas frutíferas, dependendo assim da espécie em questão. Lacerda et al. (2009) verificaram que a dose de 12 g dm⁻³ de superfosfato simples resultou na maior massa da matéria seca radicular das mudas de goiabeira ‘Paluma’ em diferentes substratos, entretanto, discordando do presente experimento.

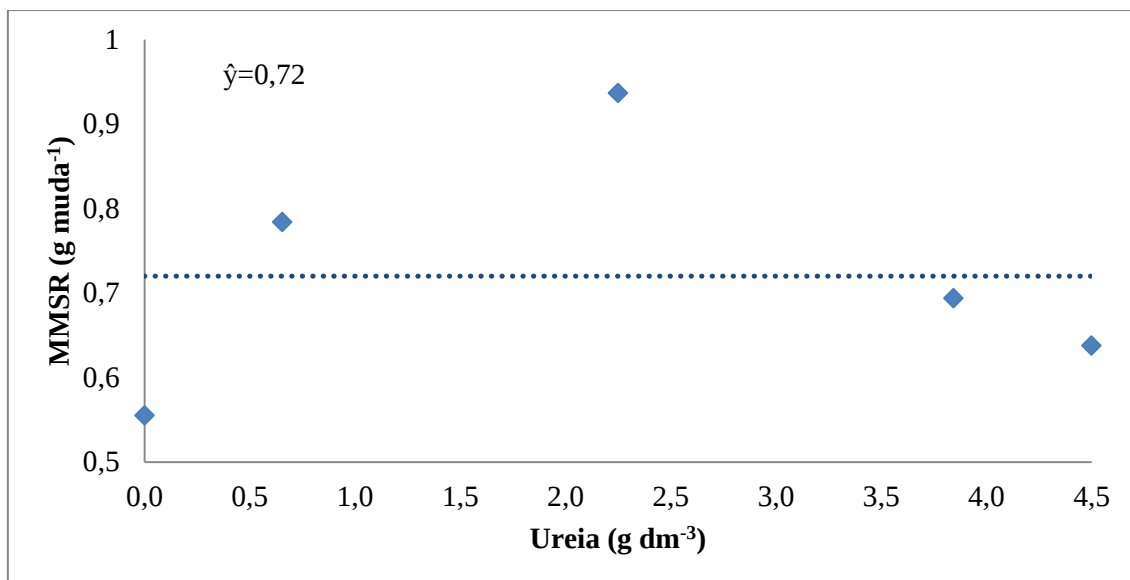
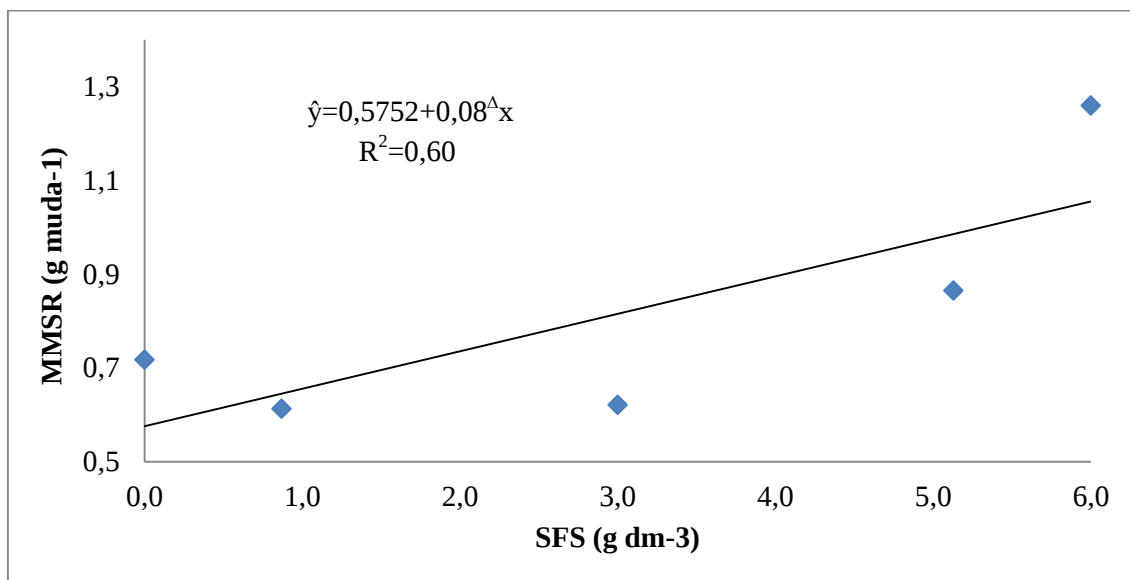


Figura 14. Massa da matéria seca radicular (MMSR) das mudas de acerola em função de doses de ureia.



^A: Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Figura 15. Massa da matéria seca radicular (MMSR) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.9. Índice de qualidade de Dickson

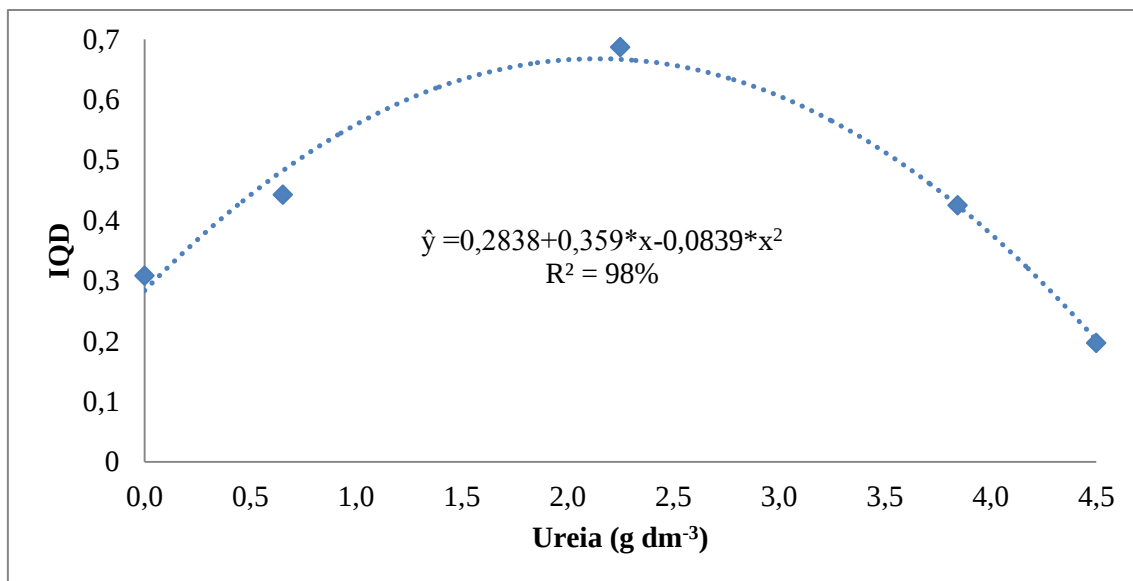
As doses de ureia e as de superfosfato simples afetaram quadraticamente o IQD, sem interação entre as mesmas (Figuras 16 e 17).

O aumento das doses de ureia e de superfosfato simples aumentou o IQD, com maior valor estimado em $2,13 \text{ g dm}^{-3}$ e $2,8 \text{ g dm}^{-3}$, respectivamente (Figuras 16 e 17). Ferreira (2014), obteve resultado diferente trabalhando com o crescimento de mudas de acerola adubadas com nitrogênio e potássio em casa de vegetação com temperatura controlada: a aplicação da dose de 600 mg dm^{-3} de N foi a que mais incrementou o crescimento das mudas de acordo com o Índice de Qualidade de Dickson.

O Índice de qualidade de Dickson é apontado como um bom indicador de qualidade de mudas, pois para seu cálculo são utilizados a robustez (relação H/DC) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (relação MSPA/MSR) (CALDEIRA et al., 2005; CALDEIRA et al., 2007), associando os resultados de várias características morfológicas consideradas importantes para avaliação da qualidade.

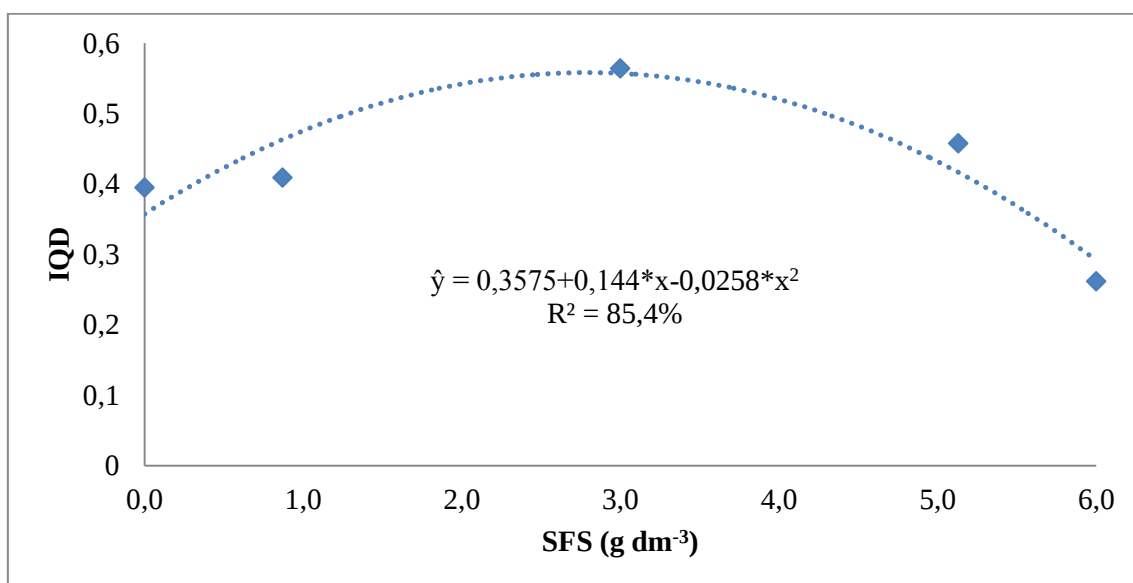
Houve diminuição dos valores de algumas variáveis biométricas e do IQD a partir de determinada dose de ureia aplicada. A possível explicação para esse resultado pode ser atribuída à acidificação do meio, já que o fertilizante utilizado foi a ureia. Sabe-se que durante a nitrificação, ou seja, conversão do NH_4^+ proveniente da ureia, para NO_3^- ocorre a liberação de íons H^+ , que acidificam o solo (MALAVOLTA, 2006). Se a acidificação for acentuada pode ocorrer à limitação da absorção de nutrientes, pois o pH apresenta um efeito direto na absorção de nutrientes pelas plantas (FAQUIN, 1994), por afetar a disponibilidade dos mesmos.

Gomes et al. (2002), afirmam que para a determinação da qualidade das mudas, os parâmetros utilizados devem se basear em aspectos morfológicos, os quais dependem também da genética e da procedência do material propagado, das condições ambientais e das técnicas de produção em nível de viveiro. Muitas vezes, essas características morfológicas são as mais adequadas para avaliar o desempenho das mudas após o plantio no campo (PARVIAINEN, 1981).



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

Figura 16. Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de acerola em função de doses de ureia.



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

Figura 17. Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

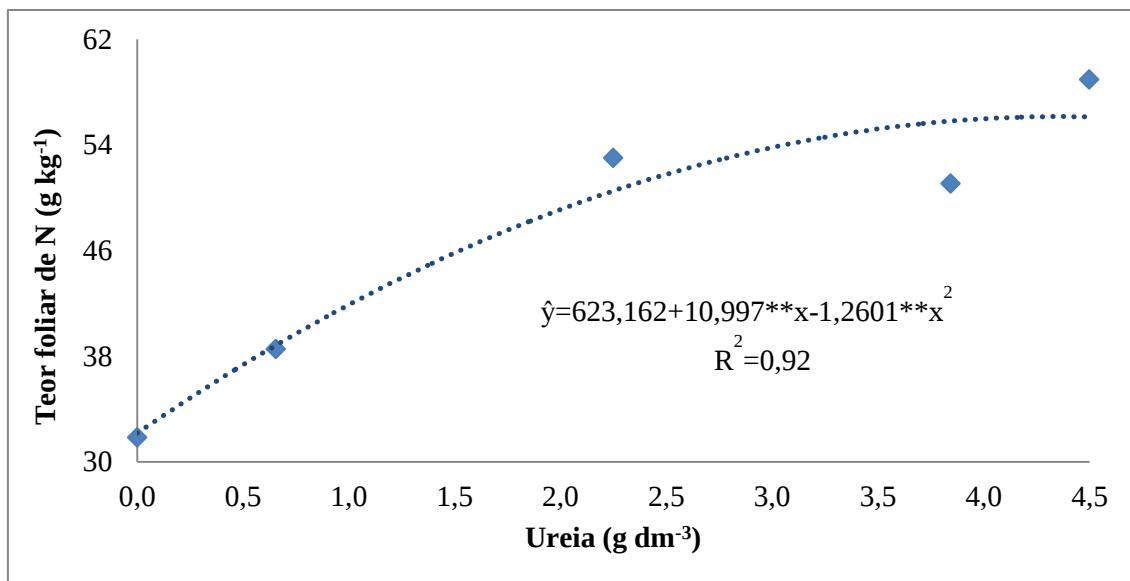
5.10. Teor foliar de nitrogênio

O teor foliar de N foi afetado quadraticamente pelas doses de ureia, enquanto que as doses de superfosfato simples (SFS) não afetaram significativamente o teor foliar de N das mudas de acerola (figuras 18 e 19), sem interação entre as mesmas.

O aumento das doses de ureia aumentou o teor foliar de N nas mudas de acerola, com maior valor estimado em $4,36 \text{ g dm}^{-3}$, verificando-se teores mínimos de $31,8 \text{ g kg}^{-1}$ e máximos de $58,9 \text{ g kg}^{-1}$ de N (Figura 18). A possível explicação para esses valores poderá se dá pelo fato de que o substrato foi enriquecido pela aplicação de doses de N e possivelmente houve maior acúmulo desse nutriente nas folhas das mudas de acerola. Batista et al. (2002) avaliaram as respostas da aceroleira aos nutrientes N, P, K em Latossolo Amarelo no Pará e os resultados indicaram que o efeito significativo para os parâmetros avaliados foi atribuído, principalmente, às doses de nitrogênio. Esses resultados estão fora da faixa dos encontrados por Silva (1998), o mesmo afirma que os teores foliares de N adequados para plantas de acerola encontram-se na de faixa de 20 a 26 g kg^{-1} dos encontrados por Lima et al. (2006), que verificou teores máximos de $33,4 \text{ g kg}^{-1}$ de N e mínimos de 19 g kg^{-1} de N em folhas de mudas de aceroleira cultivadas em substratos contendo húmus como fonte de matéria orgânica e com os de Veloso et al. (2001) que trabalhando com a influência do nitrogênio e do potássio em mudas de acerola, observou que o teor de nitrogênio nas plantas de aceroleira foi afetado linearmente pelas doses crescentes de N, onde no presente estudo houve influência quadrática no N.

Em plantas de acerola cultivadas em solução nutritiva completa, Cibes e Samuels (1995) constataram teores de $24,6 \text{ g kg}^{-1}$ de nitrogênio nas folhas, ao passo que Miranda et al. (1995) verificou valores de $11,3 \text{ g kg}^{-1}$ na parte aérea das mudas, entretanto, os resultados verificados no presente estudo ($31,8$ e $58,9 \text{ g kg}^{-1}$) foram superiores aos evidenciados pelos autores mencionados anteriormente.

Em plantas com três anos de idade, Cunha (1992) constatou teores de nitrogênio nas folhas de $21,7 \text{ g kg}^{-1}$ e $31,9 \text{ g kg}^{-1}$. Em plantas mais jovens a mesma pesquisa constatou teores médios de $20,9$ a $27,6 \text{ g kg}^{-1}$ de N (dois anos) e de $22,5 \text{ g kg}^{-1}$ a $29,8 \text{ g kg}^{-1}$ com plantas de um ano de idade, valores esses que se encontram abaixo da faixa dos encontrados no presente estudo que foi de $31,8 \text{ g kg}^{-1}$ e $58,9 \text{ g kg}^{-1}$ e esses resultados podem ser explicados devido à idade das plantas, onde no presente estudo as plantas eram mais jovens e conseqüentemente apresentaram maior acúmulo de N.



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

Figura 18. Teor foliar de nitrogênio (N) das mudas de acerola em função de doses de ureia.

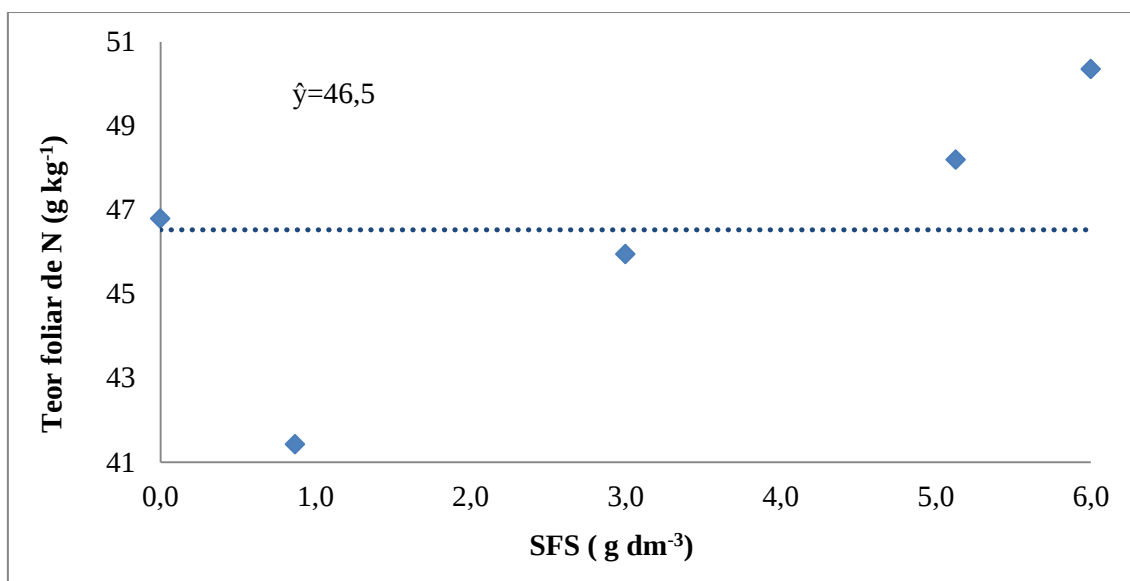


Figura 19. Teor foliar de nitrogênio (N) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.11. Teor foliar de fósforo

As doses de ureia não apresentaram efeito significativo sobre o teor foliar de fósforo (TFP). Porém, as doses de SFS afetaram quadraticamente o teor foliar de fósforo (Figuras 20 e 21).

O aumento das doses de SFS aumentou o teor foliar de P nas mudas de acerola, com maior valor estimado em $4,13 \text{ g dm}^{-3}$, decrescendo posteriormente.

Isso pode ter ocorrido possivelmente pelo fato do enriquecimento do substrato com fósforo e dessa forma, aumentou os teores foliares de P nas mudas de acerola. Entretanto, esses resultados estão em desacordo com os verificados por Veloso et al. (2001) que trabalhando com a influência do nitrogênio e do potássio em mudas de acerola em casa de vegetação, observou que o teor de fósforo nas plantas de aceroleira foi afetado significativamente pelas doses crescentes de N e quando a dose de 160 mg kg^{-1} de N foi aplicada ocorreu um efeito quadrático. Os teores de fósforo adequados para aceroleira variam de $0,8$ a $1,2 \text{ g kg}^{-1}$ (Bataglia & Santos, 2001). Portanto, os teores verificados no presente estudo estão acima dos considerados adequados para a acerola. Estão acima também dos verificados por Lima et al. (2006) ($1,8 \text{ g kg}^{-1}$), Fernandez et al. (2000) ($1,4 \text{ g kg}^{-1}$) e Amaral (1998) ($1,9 \text{ g kg}^{-1}$), porém bem mais acima dos mencionados por Corrêa et al. (2002), de $0,09 \text{ g kg}^{-1}$.

Em plantas de acerola cultivadas em solução nutritiva completa, Cibes e Samuels (1995) constataram teores de $9,7 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo nas folhas de acerola, ao passo que Miranda et al. (1995) verificou valores de $3,4 \text{ g kg}^{-1}$ na parte aérea das mudas, entretanto os valores verificados no presente estudo ($2,9 \text{ g kg}^{-1}$ e 5 g kg^{-1}) estão abaixo dos observados por Cibes e Samuels e os valores máximos estão acima dos encontrados por Miranda et al. Esses maiores valores encontrados por Cibes e Samuels (1995) podem se explicar devido ao fato de que as plantas foram cultivadas em solução nutritiva promovendo assim maiores acúmulos desse nutriente nas folhas das plantas, pois os nutrientes estão mais disponíveis as plantas.

Já em plantas de acerola de diferentes faixas etárias, Cunha (1992) verificou teores de P nas folhas de $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ (três anos); $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ a $3,6 \text{ g kg}^{-1}$ (dois anos) e $1,8$ a 40 g kg^{-1} com um ano de idade, portanto, o presente estudo, aponta valores superiores aos mencionados anteriormente pelo autor, apenas com plantas de três e dois anos de idade, ficando abaixo quando analisou o teor de N em plantas mais jovens de um ano de idade.

Nascimento (1995) em pomares de acerola no município de Serra Branca encontrou teores de $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ de P nas folhas de plantas na faixa etária de um, três e quatro anos de idade que comparando com os resultados verificados no presente estudo, percebe-se que esses valores estão abaixo dos verificados no estudo.

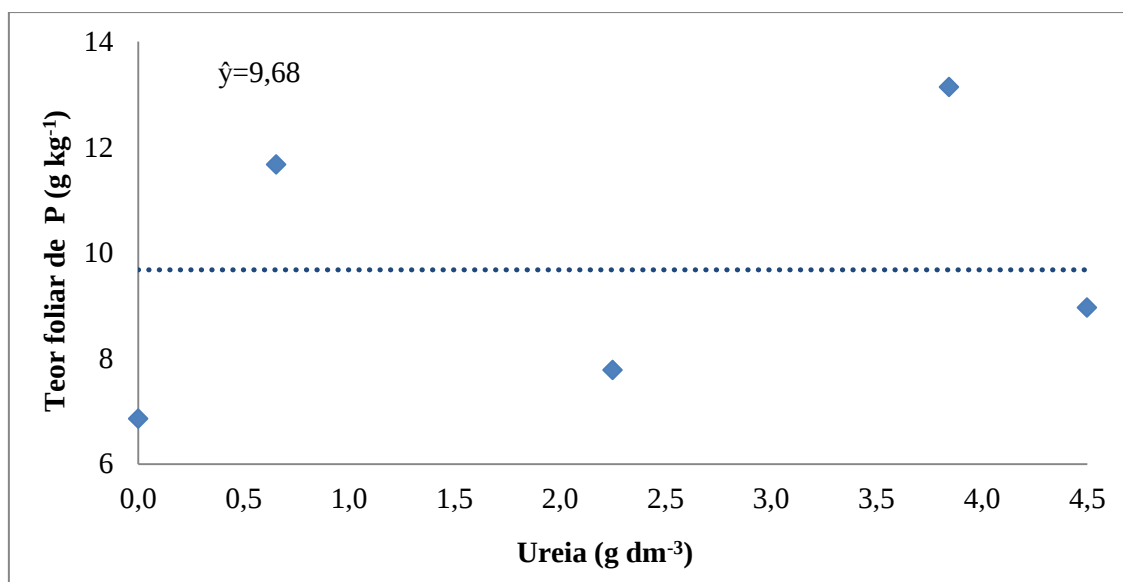
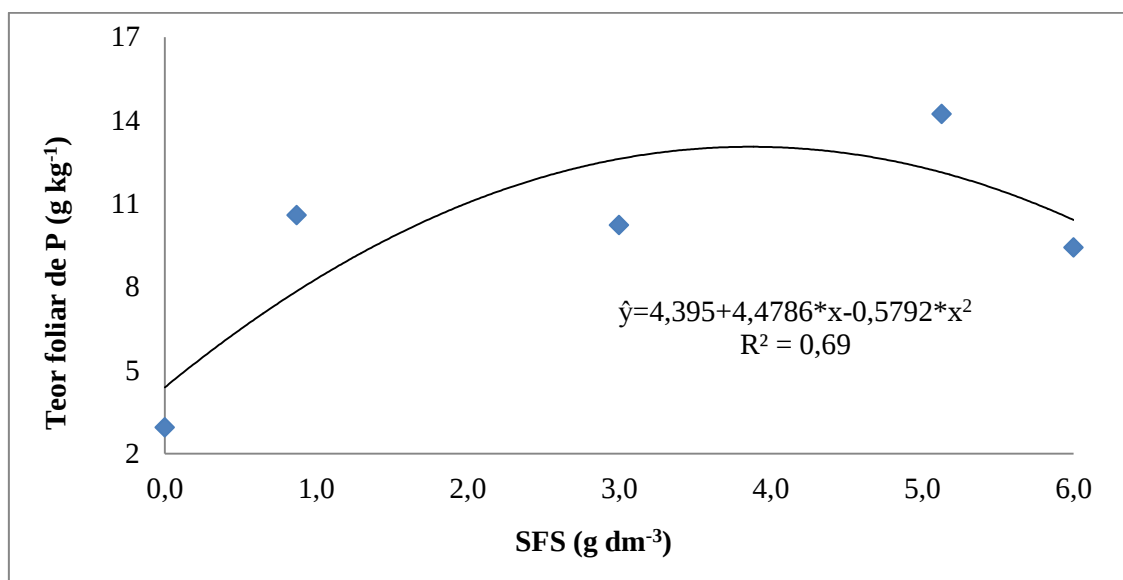


Figura 20. Teor foliar de fósforo (P) das mudas de acerola em função de doses de ureia.



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

Figura 21. Teor foliar de fósforo (P) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

5.12. Teor foliar de potássio

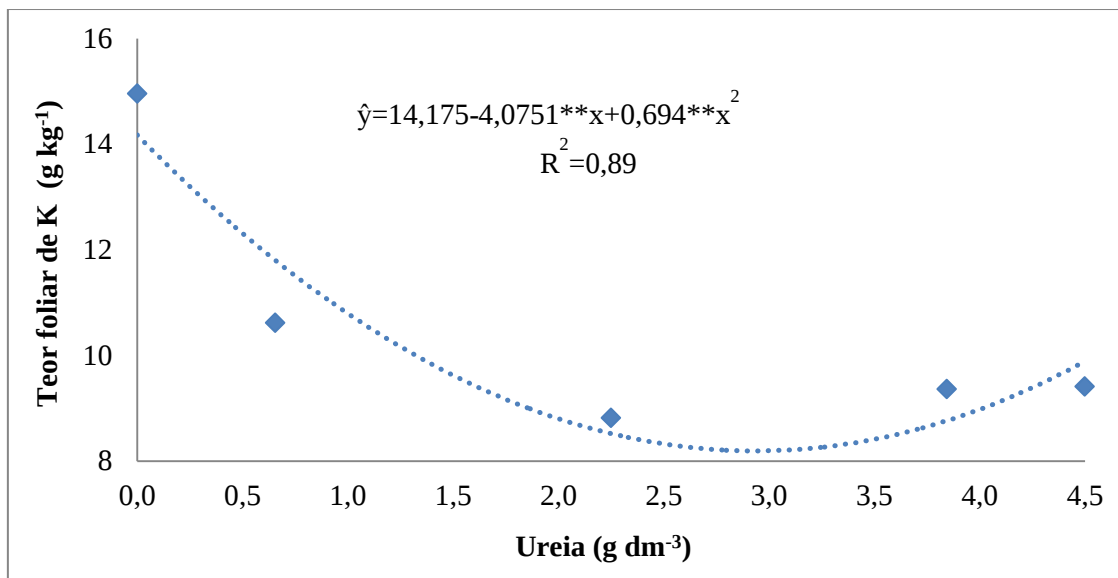
O teor foliar de K foi afetado quadraticamente pelas doses de ureia e as doses de superfosfato simples (SFS) não afetaram significativamente o teor foliar de K das mudas de acerola (figuras 22 e 23), sem interação entre as mesmas.

O aumento das doses de ureia no substrato promoveu decréscimo no teor foliar de potássio (TFK) (Figura 22). As concentrações foliares de K detectadas encontram-se abaixo do nível de suficiência para a aceroleira, variando de 8,81-14,95 g kg⁻¹, de acordo com SILVA (1998) que estudou a concentração foliar de macronutrientes em folhas de aceroleira. Quando um nutriente excede seu nível ótimo no substrato ele pode impedir a absorção de outro nutriente, essa pode ter sido a possível causa do decréscimo do teor de K nas folhas das mudas de acerola. Entretanto, Veloso et al. (2001) trabalhando com a influência do nitrogênio e do potássio em mudas de acerola em casa de vegetação, observou que o teor de potássio nas plantas de aceroleira foi afetado significativamente pelas doses crescentes de N, mais precisamente quando a dose de 160 mg kg⁻¹ de N foi aplicada ocorreu um efeito quadrático.

Lima et al. (2006) mencionam o valor de 40 g kg⁻¹ de potássio em mudas de acerola. Esse teor é compatível com o obtido por Fernandez et al. (2000), com cerca de 41,6 g kg⁻¹, em mudas de acerola cultivadas em solução nutritiva, e por Amaral (1998) em plantas com dois anos no campo. Oliveira et al. (2002) avaliaram o crescimento e absorção de nutrientes por mudas de acerola, e os teores encontrados quanto ao potássio estão bem acima dos encontrados nesta pesquisa.

Cibes e Samuels (1995) estudando teores de nutrientes em folhas de acerola cultivadas em solução nutritiva completa verificaram teores de 27,3 g kg⁻¹ de K, contudo, Miranda et al. (1995) contataram que os teores desse nutriente na parte aérea de mudas de acerola foi de 21,4 g kg⁻¹ diferindo dos resultados encontrados no presente estudo, onde a aplicação de doses crescentes de N promoveu decréscimo do teor foliar de K.

Entretanto, teores médios de 15,4 g kg⁻¹, 12,3 g kg⁻¹ e 12,7 g kg⁻¹, respectivamente, quatro, três e um ano de idade de implantação foram obtidos por Nascimento (1995) diferindo também dos dados observados no presente estudo, onde o aumento da concentração de N promoveu o decréscimo do teor de potássio nas folhas das mudas de acerola.



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

Figura 22. Teor foliar de potássio (K) das mudas de acerola em função de doses de ureia.

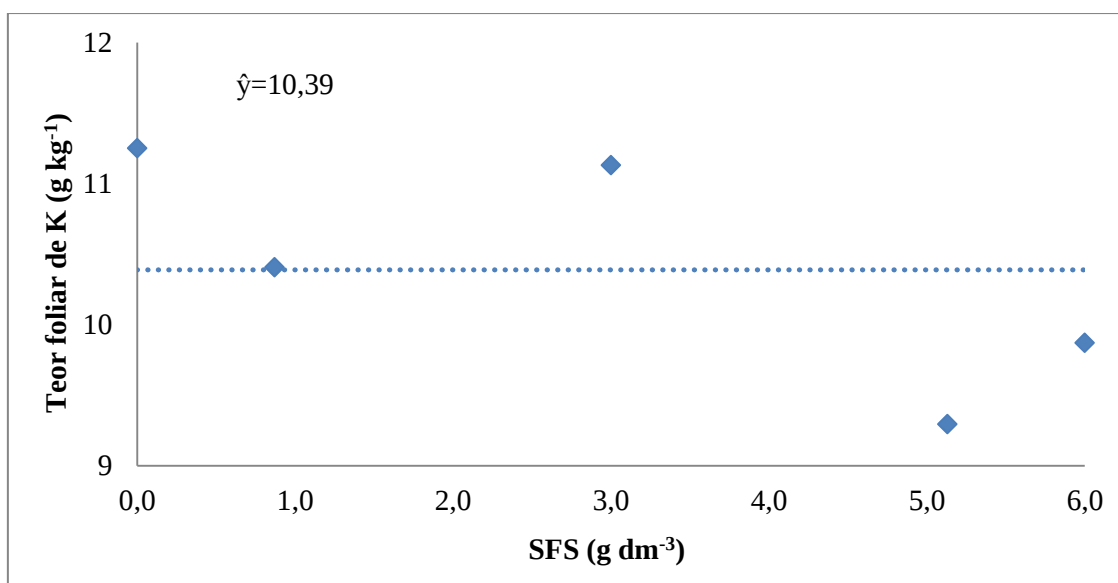


Figura 23. Teor foliar de potássio (K) das mudas de acerola em função de doses de superfosfato simples (SFS).

6. CONCLUSÕES

Não houve interação significativa entre as doses de ureia e superfosfato simples.

As doses de $2,13 \text{ g dm}^{-3}$ de ureia e $2,8 \text{ g dm}^{-3}$ de superfosfato simples, resultaram no maior Índice de qualidade de Dickson nas mudas de acerola.

O teor foliar de N aumentou com as doses de ureia, enquanto o de K diminuiu.

O teor foliar de P aumentou com as doses de superfosfato simples.

7- REFERÊNCIAS

- ALVES, R. E.; MENEZES, J. B. Botânica da aceroleira. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E. eds. **Acerola no Brasil, produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1995. p. 7-14.
- ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão caupi. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo, 1994. p.233-248.
- ALMEIDA, J. I. L.; ARAÚJO, F. E. 1992. **A acerola: Instruções preliminares de cultivo**. (Fortaleza) EPACE. Fortaleza. (Pesquisa em Andamento 21).
- AMARAL, J. F. T. (1998) - **Parte da planta e época para diagnose do estado nutricional e crescimento de ramos em aceroleira (*Malpighia emarginata* DC)**. Dissertação Mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 84p.
- BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. (2001) - Estado nutricional de plantas perenes: avaliação e monitoramento. **Informações agronômicas**, POTAFOS, n. 96, 30p.
- BRASIL, E. C.; SILVA, A. M. B.; MULLER, C. H.; SILVA, G. R. Efeito da adubação nitrogenada e potássica e do calcário no desenvolvimento de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.21, n.1, p.52-56, 1999.
- BATISTA, E. M.; VELOSO, C. A. C.; VIÉGAS, L. J. M. Efeito de doses e fontes de nitrogênio em acerola (*Malpighia glabra*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. 1995, Viçosa, MG. **Anais**. SBCS/UFV, 1995. v.2, p.641 - 643.
- BATISTA, R. J. R.; VELOSO, C. A. C. (2002) - Resposta da aceroleira aos nutrientes N, P, K em Latossolo Amarelo do município de Castanhal – PA. In: **XII Seminário de Iniciação Científica da FCAP; VI Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA**, Amazônia Oriental, Brasil (Citado em 12.11.16) Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/406287/1/612.pdf>
- BRITTO, D.T. KRONZUCKER, H.J. Plant nitrogen transport and its regulation in changing soil environments. **Journal of Crop Improvement**, 15:1-23, 2005.
- BOOT, R.G.A.; MENSINK, M. Size and morphology of root systems of perennial grasses from contrasting habitats as affected by nitrogen supply. **Plant and Soil** 129: 291-299. 1990

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

CIBES, H.; SAMUELS, G. 1995. **Mineral deficiency symptoms displayed by acerola trees grown in the greenhouse under controlled conditions.** University of Puerto Rico, Rio Piedras. (Technical Paper, 15).

CINTRA F. L. D.; NEVES, C. S. V. Aspectos metodológicos do estudo do sistema radicular de plantas perenes através de imagens. **Boletim informativo da SBCS**, Campinas, 21 , 1996.

COUCEIRO, E.M. **Curso de extensão sobre a cultura da acerola.** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1985. 40p.

CORRÊA, F. L. O.; SOUZA , C. A. S; CARVALHO, J. G.; MENDONÇA, V. Fósforo e zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 793-796, 2002.

CONN, E.E. ; STUMPF, P.K. **Introdução à Bioquímica.** São Paulo: Edgard Blücher, 1975. 447 p.

CIBES, H.; SAMUELS G. 1995. Mineral deficiency symptoms displayed by acerola trees grown in the greenhouse under controlled conditions. University of Puerto Rico, Rio Piedras. (**Technical Paper**, 15).

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**, 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, p. 11 - 17, 2005.

CHU, E.Y. 1993. **Inoculação de fungos endomicorrízicos em plântulas de acerola (*Malpighia glabra* L.).** Embrapa-CPATU, Belém. (Boletim de Pesquisa, 149).

CUNHA, R. C. S.; SILVA JÚNIOR, J. P.; CONCEIÇÃO JÚNIOR, A. C.; SILVA, A. Q. H. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em função da idade e época do ano na

cultura da acerola (*Malpighia glaba* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1, p. 73, 1993.

CUNHA, R. C. S. **Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glaba* L.) em função da idade e época do ano**. 1992. 58 p. (Trabalho de Graduação) – Universidade Federal da Paraíba.

DANTAS, K. A. et al. 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, mar. 2014.

DURIEUX, R. P.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A.; MOLL, R. H. Root distribution of corn – the effect of nitrogen fertilization. **Agronomy Journal** 86: 958-962. 1994.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro, 1999. 370 p. Embrapa – CNPS, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1995. **A acerola exige mais cuidados do que se pensa**. Agroindústria Tropical, 15: 1-6.

FONSECA, C. E. L.; CONDÉ, R. C. C. Estimativa da área foliar em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n.4, p. 593-599, 1994.

FURLANETO, F.P.B.; NASSER, M.D. Panorama da cultura da acerola no estado de São Paulo. São Paulo: **Apta Regional**, 2015. 6 p. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

FERNANDES, F. M.; CANESIN, R. C. F. S.; CORRÊA, L. de S. Adubações orgânica e/ou mineral no crescimento de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBF, 2002.

FERNANDEZ, A. A.; SILVA, G. D.; MARTINEZ, H. E. P.; BRUCKNER, C. H. (2000) - Sintomatologia das deficiências minerais e quantificação de macronutrientes

em mudas de aceroleira. (Citado em 05/11/2016). **Revista Ceres**, vol.47, n.274 p.639-650.

FERREIRA, K. S. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleira adubadas com nitrogênio e potássio**. 2014. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG 2014. Disponível em: <[http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/DissertacaoKarineFerreira\(1\).pdf](http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/DissertacaoKarineFerreira(1).pdf)>. Acesso em: 25 out. 2016.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL FAEPE, 1994. 227 p.

FREIRE, L. O. F.; LIMA, A. N.; SANTOS, F. G. B.; MARINUS, J. V. M. L.; FREITAS, H. E. S. C. Teores de nutrientes na área foliar de plantas em fase de produção e exportação de nutrientes de frutos de acerola em pomares do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 79 – 91, 2007.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655 - 664, 2002.

GERENDAS, J., Z. Zhu, R. BENDIXEN, G. RATCILIFFE, B. SATTELMACHER, 1997. Physiological and biochemical processes related to ammonium toxicity in higher plants. **Zeitschrift Pflanzenernahrung Bodenkunde**, 160: 239-251.

GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.95, p.1-5, 2001.

GONZAGA NETO, L.; SOARES. J.M. **Acerola para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: MAARA-SDR. EMBRAPA-SPI. 1994. 43p.

HERMANN, R. K. Importance of top-root ratios for survival of Douglas-fir seedlings. **Tree Planters Notes**, v. 64, p. 7 – 11, 1964.

HERNANDEZ-MEDINA, E.; VELEZ-SANTIAGO, J.; LUGO LOPEZ, M.A. Root development of acerola trees affected by liming. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v. 54, n.1, 1970, p. 57-61.

HOLFORD, I.C.R. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. **Australian Journal of Soil Research**, v.35, p.227-239, 1997.

- HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B.; MANÉ BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.86, n.3, p.263- 275, 2001.
- LACERDA, J. S.; PEREIRA, W. E.; BRITO NETO, J. F.; COSTA, D. S. Crescimento de mudas de goiabeira ‘paluma’ em substratos fertilizados com fósforo. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 650-662, maio/agosto de 2009.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; GHEYI, H. R.; SOFIATTI, V.; ARRIEL, N. H. C. Efeito da adubação fosfatada sobre o crescimento e teor de macronutrientes de mudas de pinhão-manso. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 950-956, 2011.
- LIMA, R. L. S. et al. Teores de macronutrientes em mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) em função da composição do substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1110-1115, nov.2006.
- LOBATO, P. N.; SOUZA, U. U.; RAMOS, J. D. Diferentes substratos e superfosfato simples no desenvolvimento de sistema radicular de mudas de bananeira. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 15. Poços de Caldas. **Anais...**, Poços de Caldas: SBF, 1998. p.133.
- LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1989. 177p.
- LANDRAU JÚNIOR, P.; HERNANDEZ-MEDINA, E. 1959. Effects of major and minor elements, lime and soil arrendments on the yield and ascorbic acid content of acerola (*Malpighia pinicifolia* L.). **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, Rio Piedras 43:19
- MIRANDA, J.R.P.; FREIRE, A.L.O.; SOUTO, J.S.; MOURA, O.N.; ROLIM JÚNIOR, S.S. 1995. **Efeito da omissão de nutrientes sobre os teores foliares de macronutrientes em mudas de acerola (*Malpighia glabra* L.)**. p. 221. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Lavras, 1995. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, Lavras.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba : Potafos, 1989. 201 p.

NASCIMENTO, L. C. **Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia* sp) cultivadas na região do cariri e brejo paraibano.** 1995. 43 p. (Trabalho de Graduação) – Universidade Federal da Paraíba.

NEGREIROS, J. R. S. et al. Influência de substratos na formação de porta enxerto de graviroleira (*Annona muricata* L.). **Ciência e agrotecnologia**, v.28, n.3, p.530-536, maio/jun., 2004.

NEVES, C. S. V. J.; BORGES, A. V. ; KANAI, H. T.; PRETE, E. C. E.; PIPOLO, V. C. Distribuição do sistema radicular de aceroleira cultivares Dominga, Ligia e Natalia. In **XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, CD ROM. Fortaleza, 2000. RESUMOS.

NAKASONE, H.Y.; PAULL, R.E. Other american tropical fruit: acerola. In: **Tropical fruits**. Wallingford: CABI, 1998. p.377-389

OLIVEIRA, R. F. O.; VIÉGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; BOTELHO, S. M. (2002) - Efeito de tipos e doses de adubos orgânicos no desenvolvimento da aceroleira em latossolo amarelo textura média. Florianópolis. In: **Anais**. Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vol. único, p. 453.

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E. M.; BARROS, L.; CRISÓSTOMO, J. R.; MOURA, C. F. H.; ALMEIDA, A. S.; NORYES, N. P. 2003. **Clones de aceroleira: BRS 235 ou apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor.** Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. (Comunicado Técnico, 87).

PAIVA, E. P.; MAIA, S. S.; CUNHA, C. S.M.; COELHO, M. F. B.; SILVA, F. N. Composição do substrato para o desenvolvimento de mudas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 62-67, 2011.

PEIXOTO, J.R.; CARVALHO, M.L.M. Efeito da ureia do sulfato de zinco e do ácido bórico na formação de mudas do maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.5, p.325- 330, 1996.

PEREIRA, E.G. et al. Influência do nitrogênio mineral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.9, p.53-662, 1996.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas.** 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz , Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: Seminário de sementes e viveiros florestais, v.1, 1981, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59 - 90.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYA-MA, R. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP, 1997. 70 p.

ROZANE, D. E.; PRADO, R.M.; FRANCO, C. F.; NATALE, W. Eficiência de absorção transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira cultivados em soluções nutritivas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1020-1026, 2007.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. **Acerola. Cultivo Tropical de Fruteiras**, Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p.17-25, set. 2011.

SILVA, G. D. **Marcha de absorção de macronutrientes e micronutrientes em aceroleira (*Malpighia glabra* L.)**. 1998. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

SIMÃO, S. Cereja das Antilhas. In: **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. p.477-485.

SOARES, E. B. S. **Crescimento de mudas de mangueira (*Mangifera indica* L.) espada em substratos adubados com nitrogênio e fósforo**. 2012. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F.; SANTOS, C. R. Manejo de irrigação em fruteiras. In: Manejo da irrigação. **XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**. Poços de Calda, p. 281-311, 1998.

SOUZA, C. A. S.; CORRÊA, F. L. de O.; CARVALHO, J. G. de.; MENDONÇA, V. Efeito do fósforo e do zinco no crescimento e nutrição de mudas de acerola (*Malpighia glabra* L.) In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 15. Poços de Caldas. **Anais...**, Poços de Caldas: SBF, 1998. p.62.

SOUZA, C. A. S.; CORRÊA, F. L. O.; MENDONÇA, V.; CARVALHO, J. G. Crescimento de mudas de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substrato com superfosfato simples e vermicomposto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, (3): 453-6. 2003.

TEIXEIRA, A. H. C.; AZEVEDO, P. V. Índices-limite do clima para o cultivo da acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.12, p.1403-1410, 1995.

VIÉGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; PINHEIRO, E. Limitações nutricionais para o cultivo do açaizeiro em LATOSSOLO AMARELO textura média, Estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p.382-384, 2004.

VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; LIMA, W. A. **Influência da Adição do Nitrogênio e do Potássio na Formação de Mudanças de Acerola (*Malpighia glabra* L.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 19p.

ANEXOS

Anexo A. Resumo da análise de variância de mudas de acerola para parâmetros de crescimento: AF (área foliar), AR (área radicular), MMSF (massa seca da folha), MMSC (massa seca do caule), MMSR (massa seca da raiz), TRCA (taxa relativa de crescimento da altura) e TRCD (taxa relativa de crescimento do diâmetro).

FV	GL	AF	AR	MMSF	MMSC	MMSR	TRCA	TRCD
Blocos	3	785,29	550,34	0,89	0,74	0,39	0,000059	0,000082
Tratamentos	(9)	1039,25	299,25	0,53	0,35	0,25	0,001846	0,000446
N	1	3353,09*	804,86*	1,25*	0,13 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,001453**	0,000228**
P	1	798,32 ^{ns}	726,52 ^Δ	0,36 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,70 ^Δ	0,000113**	0,000012 ^{ns}
N²	1	2298,47 ^Δ	672,00 ^Δ	1,22 ^Δ	1,38 ^Δ	0,55 ^{ns}	0,000118**	0,000148**
P²	1	635,03 ^{ns}	171,32 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,000028**	0,000004 ^{ns}
N*P	1	2,74 ^{ns}	122,54 ^{ns}	0,048 ^{ns}	0,075 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000021 ^{ns}
Resíduo	27	598,60	180,94	0,3965	0,3695	0,2289	0,000015	0,000013
Total	39							
CV(%)		67,63	76,38	71,13	83,82	63,69	32,01	38,37

*, **, ^Δ; n.s – significativo a 5%; 1%; 10% e não significativo pelo teste F, respectivamente

Anexo B. Resumo da análise de variância de mudas de acerola para o acúmulo de macronutrientes: N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio).

FV	GL	N	P	K
Blocos	3	411,98	22,64	8,6
Tratamentos	(9)	340,67	53,16	20,48
N	1	2137,76**	29,05 ^{ns}	90,30**
P	1	1,69 ^{ns}	182,13**	1,36 ^{ns}
N²	1	309,00**	7,3 ^{ns}	54,54**
P²	1	44,52 ^{ns}	56,6*	0,13 ^{ns}
N*P	1	1,78 ^{ns}	69,18*	9,54 ^{ns}
Resíduo	27	33,18	11,95	6,1074
Total	39			
CV(%)		12,49	36,16	23,49

*, **, n.s – significativo a 5%; 1% e não significativo pelo teste F, respectivamente