



UFAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA**



CECA

**FONTES DE SILÍCIO NA ADUBAÇÃO DE MAMOEIRO ‘SUNRISE
SOLO’: EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO
SOLO, O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E A QUALIDADE
DOS FRUTOS**

ANA CRISTINA NASCIMENTO DOS SANTOS

Rio Largo – AL

2011

ANA CRISTINA NASCIMENTO DOS SANTOS

**FONTES DE SILÍCIO NA ADUBAÇÃO DE MAMOEIRO ‘SUNRISE
SOLO’: EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO
SOLO, O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E A QUALIDADE
DOS FRUTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque

Co-orientadora: Dr. Maria Auxiliadora Coelho de Lima

Rio Largo – AL

2011

TERMO DE APROVAÇÃO

ANA CRISTINA NASCIMENTO DOS SANTOS

**FONTES DE SILÍCIO NA ADUBAÇÃO DE MAMOEIRO ‘SUNRISE SOLO’:
EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO, O
DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E A QUALIDADE DOS FRUTOS**

Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Agronomia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Aprovado em 10/03/2011

BANCA EXAMINADORA
Prof. Dr. ABEL WASHINGTON DE ALBUQUERQUE

(Orientador)


Prof. Dr. MARIA AUXILIADORA COELHO DE LIMA

(Co-orientadora)


Prof. Dr. EURICO EDUARDO PINTO DE LEMOS
Prof. Dr. CÍCERO LUIS CALAZANS DE LIMA

“A um Deus infinito que pode se dar inteiro a cada um de seus filhos. Ele não se distribui de modo que cada um tenha uma parte, mas a cada um Ele se dá inteiro, tão integralmente como se não houvesse outros.”

Ofereço

A minha mãe, **Josemira Nascimento dos Santos**, pelo amor, educação, paciência e todo apoio necessário para ultrapassar barreiras e alcançar as metas que se apresentam em minha vida, e ao meu pai, **Benedito dos Santos**, *In Memoriam*.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que está no centro da minha vida; da minha família, dos meus amigos, das minhas atividades, dos meus pensamentos, ... Tudo está ligado a Ele. Minha segurança!

A Universidade Federal de Alagoas e ao Centro de Ciências Agrárias pela oportunidade em realizar o mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo a Pesquisa de Alagoas (FAPEAL), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor de fruticultura do Instituto Federal de Alagoas, Alonso Pereira de Farias, pelos esclarecimentos, todo apoio e disponibilização da área e recursos para a instalação e execução do experimento em campo;

Ao professor Abel Washington de Albuquerque, pela orientação, atenção e paciência durante essa trajetória acadêmica;

Aos professores do Mestrado Vilma Marques, Paulo Vanderlei, Mauro Wagner, Cícero Calazans, Paulo Vieira, Laurício Andres, Leila;

A todos os colegas de classe da turma do mestrado, Clênio, Rômeo, Adriano, Valdelane; em especial a Carlos Jorge, Juliana, Taciane, Wagner, Welington e Vanessa, pela recepção e acolhida em Maceió, companheirismo, amizade adquirida, conhecimentos compartilhados e grande ajuda durante o curso, nunca esquecerei vocês! Ao João, pela disponibilidade e ajuda nas análises de solo; ao Josué, Anderson e David pela imensa contribuição nas análises de campo.

Ao Geraldo e Marquinhos, da secretaria do mestrado, pelo atendimento eficiente e altamente amigável;

A Edna, Elita, Luise, Eneida, Nair, Elba, Eneli, Érica, Wallace, Welington, Glaudir, Rosângela, pela amizade, confiança e convivência fraterna, família que vai está sempre em meu coração!!!

À Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, pelo apoio, confiança e incentivo, por ter acreditado em minha capacidade como profissional durante quase que toda minha vida acadêmica, pelas sugestões e contribuição na elaboração dessa dissertação e ajuda essencial na construção do capítulo III;

Aos bolsistas do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embapa Semi-árido, Rosejane, Laíla, Edjanara, Edna, e Sormani, pela ajuda, amizade e pelos bons momentos juntos;

Aos funcionários, Danielly pela grande ajuda e apoio nas análises de pós-colheita; A Joviniano, pelo apoio nas análises, incentivo e amizade;

A Ana Caroline, Andréia e Thalita, pelo apoio e amizade;

Agradeço a todos por fazerem parte dessa história.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Área cultivada com mamoeiro ‘Sunrise Solo’, no Instituto Federal de Alagoas – IF-AL (no período de 28 de maio 2009 a 06 de junho de 2010).....	33
Figura 2	Temperatura, Umidade relativa e precipitação pluviométrica da área experimental, no Instituto Federal de Alagoas – IF-AL (no período de maio 2009 a junho de 2010). Fonte: SEMARHN – AL, 2010.....	34
Figura 3	Adubação com as fontes de silício mais organomineral de mudas de mamoeiro ‘Sunrise Solo’, em área experimental	35
Figura 4	Sexagem, identificação de flores hermafroditas (A) e desbaste (B) após 116 dias de transplântio (DAT) do mamoeiro ‘Sunrise Solo’, em área experimental do setor de fruticultura do Instituto Federal de Alagoas, Satuba-AL.....	36
Figura 5	Altura de planta de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ cultivado no estado de Alagoas em função do número de dias após transplântio (DAT).....	42
Figura 6	Diâmetro do caule de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ cultivado no estado de Alagoas, em função do número de dias após transplântio (DAT).....	45
Figura 7	Número de folhas de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ cultivado no estado de Alagoas, em função do número de dias após transplântio (DAT).....	46
Figura 8	Folhas do mamoeiro ‘Sunrise Solo’ apresentando sintomas da mancha anelar	47
Figura 9	Número de flores de mamão ‘Sunrise Solo’ cultivado com	

	diferentes fontes de silício, no estado de Alagoas em função do número de dias após transplântio (DAT).....	48
Figura 10	Estádio de maturação do mamão ‘Sunrise Solo’(adaptado de FrutiSéries, 2000).....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise química do solo da área experimental antes da implantação da cultura do mamoeiro ‘Sunrise Solo’	34
Tabela 2	Análise mineralógica das fontes de silício utilizadas no experimento...	35
Tabela 3	Produção, peso dos frutos, altura da planta e altura do primeiro fruto do mamoeiro ‘Sunrise Solo’ adubado com diferentes fontes de silício, no estado de Alagoas	39
Tabela 4	Comprimento e diâmetro do mamão ‘Sunrise Solo’ adubado com diferentes fontes de silício, no estado de Alagoas	43
Tabela 5	Diâmetro do caule, número de folhas e número de flores de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ cultivado com diferentes fontes de silício.....	44
Tabela 6	Análise química do solo (0-10 e 10-20 cm) adubado com fontes de silício no primeiro ano de cultivo do mamoeiro ‘Sunrise Solo’ no estado de Alagoas	49
Tabela 7	Análise química do solo da área experimental antes da implantação da cultura do mamoeiro ‘Sunrise Solo’	65
Tabela 8	Teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) em diferentes estádios de maturação do mamão ‘Sunrise Solo’ adubado com diferentes fontes de silício.....	71
Tabela 9	Pectina total, carotenóides totais, teor de licopeno e proporção licopeno:carotenóides de mamão ‘Sunrise Solo’ adubado com diferentes fontes de silício.....	74
Tabela 10	Teor de carotenóides totais de mamão ‘Sunrise Solo’ em função da	

adubação silicatada e seis estádios de maturação.....	76
---	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	FONTES DE SILÍCIO NA ADUBAÇÃO DE MAMOEIRO ‘SUNRISE SOLO’: EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO, O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E A QUALIDADE DOS FRUTOS.....	1
	RESUMO GERAL	1
	ABSTRACT GENERAL	2
1	INTRODUÇÃO GERAL	4
1.2	REVISÃO DE LITERATURA	6
1.2.1	Aspectos Gerais da cultura do mamoeiro	6
1.2.1.1	Características Morfológicas do Mamoeiro	6
1.2.1.2	Materiais Genéticos Cultivados	7
1.2.1.3	Exigências Climáticas da Cultura	7
1.2.1.4	Produção de Mamão no Brasil	8
1.2.2	Adubação e Nutrição do Mamoeiro	9
1.2.2.1	Importância dos nutrientes minerais	9
1.2.2.2	Macronutrientes	10
1.2.2.2.1	Nitrogênio (N)	10
1.2.2.2.2	Potássio (K)	10
1.2.2.2.3	Fósforo (P)	11
1.2.2.2.4	Cálcio (Ca)	11
1.2.2.2.5	Magnésio (Mg)	11
1.2.2.2.6	Enxofre (SO₄⁻²)	12
1.2.2.3	Micronutrientes	12
1.2.2.4	Requerimentos Nutricionais do Mamoeiro	13
1.2.3	A importância do silício na Agricultura	15
1.2.3.1	Solubilidade e Disponibilidade para as Plantas	16
1.2.3.2	Absorção e Translocação pelas plantas	16
1.2.4	Qualidade do fruto	17
1.3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

CAPÍTULO II	EFEITO DE FONTES DE SILÍCIO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DO MAMOEIRO	29
	RESUMO.....	29
	ABSTRACT	30
2.	INTRODUÇÃO	31
2.1	MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1.1	Localização da Área Experimental	33
2.1.2	Delineamento Experimental	35
2.1.3	Instalação e Condução do Experimento	36
2.1.4	Características Químicas do solo	37
2.1.5	Avaliação dos Componentes biométricos	37
2.1.6	Análise Estatística	37
2.2	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
2.2.1	Produção	39
2.2.2	Peso Médio dos Frutos	40
2.2.3	Altura da Planta	41
2.2.4	Altura de Frutificação	42
2.2.5	Comprimento e Diâmetro do fruto	43
2.2.6	Diâmetro do Caule	44
2.2.7	Número de Folhas	45
2.2.8	Número de flores	47
2.2.9	Atributos Químicos do Solo	48
2.3	CONCLUSÕES	53
2.4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
CAPÍTULO III	MATURAÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE MAMOEIRO ‘SUNRISE SOLO’ SUBMETIDOS À APLICAÇÃO DE SILÍCIO USANDO DIFERENTES FONTES	61
	RESUMO	61
	ABSTRACT	62
3	INTRODUÇÃO	63
3.1	MATERIAL E MÉTODOS	65

3.1.1	Localização e caracterização da área experimental ...	65
3.1.2	Avaliação dos componentes químicos dos frutos	66
3.1.2	Delineamento Experimental	70
3.2	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
3.2.1	Sólidos Solúveis (SS)	71
3.2.2	Açúcares Solúveis Totais (AST)	72
3.2.3	Açúcares Redutores (AR)	73
3.2.4	Acidez Titulável (AT)	74
3.2.5	Pectina Total	75
3.2.6	Carotenóides Totais e Licopeno	78
3.3	CONCLUSÕES	79
3.4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

CAPITULO I

Fontes de Silício na adubação de mamoeiro ‘Sunrise Solo’: Efeito sobre as características químicas do solo, o desenvolvimento das plantas e a qualidade dos frutos

Resumo geral: O silício (Si) tem melhorado as condições, físico-químicas e químicas desfavoráveis do solo, contribuindo diretamente para a nutrição em um grande número de plantas. Entretanto, para o mamoeiro, cultura que absorve quantidades relativamente altas de nutrientes, não existem informações sobre a aplicação de Si. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adubação com fontes de silício no desenvolvimento vegetativo, na produção e na maturação e qualidade dos frutos de mamoeiro Sunrise solo, cultivado no estado de Alagoas. O trabalho foi desenvolvido em um Argissolo Amarelo A moderado, textura arenosa/argilosa, no Setor de Fruticultura do Instituto Federal de Alagoas – IF-AL, no município de Satuba-AL. O experimento foi instalado de acordo com o delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições, constituídas por duas plantas em cada parcela. Os seguintes tratamentos foram aplicados: o controle apenas com adubação organomineral (OM), e três fontes de silício associadas à OM (MB4 + OM, Rocksil + OM, cinzas de cana + OM). O sistema de plantio utilizado foi o de fileiras simples no espaçamento 2 x 2 m. Após as adubações silicatadas, foram determinados os componentes químicos do solo: pH, Al, H+Al, P, K, matéria orgânica, Ca+Mg, Na, S, T, V e teor de silício. Periodicamente, foram medidos os componentes biométricos das plantas, como a altura, o diâmetro do caule, o número de folhas, o número de flores e a altura do primeiro fruto. A produção foi avaliada por meio do peso médio, comprimento e diâmetro do fruto e do número total de frutos. Quanto à qualidade dos frutos, foram analisados: teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), teor de pectina total, carotenóides totais e licopeno. O MB4 foi a fonte mais eficiente quanto a capacidade de fornecer silício ao solo. A cinza de cana e o MB4 contribuíram para a manutenção do pH e menor acidez potencial (H+Al) do solo. O Rocksil foi a fonte que contribuiu para o aumento da produção do mamoeiro ‘Sunrise Solo. A adubação organomineral e o Rocksil proporcionaram as maiores alturas de planta, enquanto que o

MB4 resultou nas menores alturas. Na adubação organomineral e na com Rocksil, o estágio 4 de maturação, apresentou maior concentração de carotenóides totais. Não houve influência da adubação silicatada sobre os atributos químicos SS, AST, AR, AT, pectina total e licopeno caracterizando-se por aumento com o avanço dos estádios de maturação.

Palavras-chave: *Carica papaya*, silício, ciclo vegetativo, nutrição, maturação

Silicon sources on the fertilization of papaya tree ‘Sunrise Solo’: effect on chemical characteristics of the soil, plant development and fruit quality

General abstract: The silicon (Si) has improved the physical, physico-chemical and unfavorable chemical conditions of the soil, contributing directly to the nutrition in a great number of plants. However, for papaya tree, crop which absorbs amounts relatively discharges of nutrients, there is not information about Si application. The present study had as objective to evaluate the effect the fertilization with silicon sources in the vegetative development, production and maturation and fruit quality of papaya tree ‘Sunrise solo’, cultivated in Alagoas State. The work was carried out in an Yellow A moderate Argissol, sandy/loamy texture, in the Horticulture Section of the Federal Institute of Alagoas - IF-AL, in Satuba county, AL. The experiment was installed in a randomized block design, with five repetitions constituted by two plants each plot. The following treatments were applied: the control just with organic mineral fertilizer (OM), and three silicon sources associated to OM (MB4 + OM, Rocksil + OM, cane ashes + OM). The planting system used was in simple arrays in the spacing 2 x 2 m. After silicon application, the components chemists of the soil were determined: pH, Al, H+Al, P, K, organic matter, Ca+Mg, Na, S, Cation exchange capacity (T), base saturation (V) and silicon content. Periodically, it was measured the plant biometric compounds as height, stem diameter, number of leaves, number of flowers and height of the first fruit. The production was evaluated using the medium weight, fruit length, fruit diameter and total number of fruits. Related to fruit quality, it was analyzed: soluble solids (SS) content, titratable acidity (TA), total soluble sugars (TSS), reducing sugars

(RS), total pectin content, total carotenoids and lycopene. MB4 was the most efficient source to supply silicon to the soil. The cane ash and MB4 contributed to the pH maintenance and lower potential acidity ($H+Al$) of the soil. The silicon sources didn't influence the variables of production of the papaya tree. The organic mineral fertilizer and Rocksil provided the highest plant heights, while MB4 resulted in the lowest heights. The Rocksil was the source that contributed to the increase of the production of the papaya tree ' Sunrise Solo. The fertilization organomineral as well as Rocksil presented larger concentration of total carotenoids in the maturation stage 4. There was not influence of the silicon fertilization on the chemical attributes SS, AST, AR, AT, total pectin and lycopene being characterized by increase with the progress of the maturation stages.

Key-words: *Carica papaya*, Si, nutrition, vegetative cycle, maturation

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de mamão, com produção anual de 1.898.000 t ano⁻¹. A produtividade média nacional é da ordem de 40 t ha⁻¹ ano⁻¹, para as variedades do grupo Solo, e de 60 t ha⁻¹ ano⁻¹, para as variedades do grupo Formosa (Agrianual, 2010). Os estados de maior produção nacional são a Bahia, que, em 2009, teve uma área colhida de 13.091 ha, seguido pelo estado do Espírito Santo, que, no mesmo ano, produziu em 4.333 ha (Hortifrutibrasil, 2009).

Embora tenha a liderança mundial em produção, a cultura do mamoeiro no Brasil vem enfrentando crescentes dificuldades, principalmente associadas a adversidades climáticas e à incidência de doenças e pragas nas regiões de maior produção (Liberato & Zambolim, 2002; Ruggiero et al., 2003; Cosmi et al., 2007; Culik et al., 2007; Martins, 2007). Apesar desses entraves, o mercado do mamão apresenta subsídios para a ampliação do seu comércio, pois o país apresenta um amplo mercado interno em crescimento (Caldarelli et al., 2009). Existem, ainda, estados brasileiros em que a fruticultura é pouco explorada, sendo, essencialmente, dependentes de importações. Por exemplo, em Alagoas, estado brasileiro de grande aptidão agrícola, mas que tem como característica o desenvolvimento da monocultura, da cana-de-açúcar, a produção frutícola é pequena e pesquisas, bem como investimentos, têm sido pouco explorados.

Esse estado pode constituir-se em região competitiva para a expansão e produção da cultura do mamoeiro, considerando-se as suas excelentes condições edafoclimáticas. Em 2007, a área cultivada era de 150 ha com produção de 5.942 t. Atualmente, o estado ocupa o décimo terceiro lugar na produção da fruta, entre os estados brasileiros (IBGE, 2009).

Essa frutífera é uma planta de crescimento, florescimento e frutificação contínuos, apresentando, por conseguinte, constante demanda por nutrientes (Araújo, 2007). Dessa maneira, para atender aos requerimentos da cultura, o solo deve disponibilizar os nutrientes para que a planta possa absorvê-los, garantindo, assim, bom desenvolvimento. Portanto, a expansão desse agronegócio depende também de intervenções técnicas que melhorem o equilíbrio do solo e o estado nutricional da planta.

Nesse contexto, a incorporação do silício (Si) ao solo apresenta-se como uma alternativa que poderá contribuir para o incremento do desenvolvimento do mamoeiro durante todo o ciclo vegetativo, uma vez que, sendo considerado um elemento benéfico,

pode melhorar a absorção e aproveitamento de outros nutrientes (Epstein, 1999; Korndörfer et al.; 2004). Estes benefícios contribuem para o incremento da produtividade em muitas culturas, tais como feijoeiro (Ma et al., 2001), cana de açúcar (Souza et al., 2010), arroz e soja (Epstein, 1999).

O silício como adubo vem despertando interesse das pesquisas em nutrição mineral de plantas. Esta ênfase deve-se aos inúmeros benefícios que o elemento proporciona, incluindo resistência a estresses bióticos e abióticos, tais como doenças e ataques de pragas (Costa et al., 2009; Gomes et al. 2009), excesso de metais potencialmente tóxicos, estresse salino (Guével et al., 2007), deficiência hídrica (Pulz et al., 2008), dentre outros. Todos esses benefícios fizeram com que, no Brasil, o silício fosse incluído na lista de micronutrientes, embora as pesquisas não tenham demonstrado a essencialidade desse elemento (Reis et al., 2007).

Inicialmente, os estudos com silício eram voltados para as gramíneas, por estas serem acumuladoras do elemento e desenvolverem uma barreira física, à penetração de patógenos. No entanto, novas teorias sobre indução de resistência levaram alguns pesquisadores a estudar o silício em plantas não acumuladoras, como as dicotiledôneas (Pozza et al., 2004; Datnoff et al., 2007). Nestas, o nutriente pode induzir mecanismos de defesa, incluindo síntese de fenólicos, lignina, suberina e calose na parede celular das plantas (Vidhyasekaran, 1997).

A importância da adubação com este elemento vem sendo demonstrada pela eficiência no controle de várias doenças principalmente na cultura do arroz, (Ramos, 2005). No feijoeiro, a aplicação foliar de Si reduziu a severidade de antracnose e da mancha angular (Teixeira et al.; 2008). O mecanismo de resistência a doenças é atribuído à associação do silício com constituintes da parede celular, tornando-as menos acessíveis às enzimas de degradação (Barbosa Filho et al., 2000).

Em feijoeiro, a disponibilidade do elemento no solo tem aumentado a produtividade (Ma et al., 2001). Em se tratando de mamoeiro, que também é uma dicotiledônea, os estudos sobre os efeitos da aplicação desse elemento ainda são escassos.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adubação com fontes de silício no desenvolvimento vegetativo, na produção e na maturação e qualidade dos frutos de mamoeiro ‘Sunrise Solo’, cultivado no estado de Alagoas.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Aspectos Gerais sobre o Mamoeiro

O mamoeiro cultivado comercialmente, *Carica papaya* L., insere-se na classe Dicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Violales, subordem Caricineae, família Caricaceae e gênero *Carica* (Manica, 1982). É uma das fruteiras de grande importância comercial, sendo mundialmente cultivado (Melo et al., 2007; Nakasone, 1994). Seu centro de origem é muito provavelmente o Noroeste da América do Sul, onde este gênero tem sua maior diversidade genética (Faria et al., 2009).

Como características, destacam-se a grande densidade de plantas por hectare, o rápido desenvolvimento, a fácil propagação e a alta produtividade durante todo o ano (Trindade, 2000). Apresenta sistema radicular pivotante, com raiz principal bem desenvolvida. As raízes são distribuídas em maior quantidade nos primeiros 30 cm do solo (Marin & Gomes, 1986; Simão, 1998). No entanto, pode se desenvolver em até duas vezes a altura da planta, sendo capaz de explorar uma camada de solo com profundidade de 1 metro (Luna, 1980; Dantas; Castro Neto, 2000).

1.2.1.1 Características Morfológicas do Mamoeiro

O caule é cilíndrico, com 10 a 30 cm de diâmetro, herbáceo, fistuloso, ereto, encimado por uma coroa de folhas, disposta de forma espiralada. As folhas são grandes, com 20 cm a 60 cm, glabras, com longos pecíolos fistulosos, geralmente de 50 a 70 cm de comprimento (Simão, 1998).

As flores podem ser divididas em três tipos bem diferenciados: estaminada ou feminina típica, hermafrodita e pistilada ou masculina típica. A propagação é preferencialmente por sementes que, ao atingirem 15 a 20 cm de altura, estarão aptas para serem plantadas no campo. Em cultivos comerciais, após o florescimento, é feita a sexagem, que consiste em identificar as plantas hermafroditas e eliminar as demais (Lyra, 2007).

O fruto é uma baga de forma variável, de acordo com o tipo de flor, podendo ser arredondado, oblongo, longata, cilíndrico e piriforme. A casca é fina e lisa, de coloração amarelo-clara a alaranjada, protegendo uma polpa com 2,5 a 5 cm de espessura. As sementes são pequenas, redondas, rugosas e recobertas por camadas mucilaginosas

(Dantas; Castro Neto, 2000). Os frutos redondos geralmente têm desvantagens para os mercados interno e externo, por ter polpa muito fina e um difícil acondicionamento na embalagem destinada à exportação. O contato entre frutos redondos se dá unicamente em um só ponto, ocasionando um maior grau de dano mecânico, enquanto que nos frutos alongados e piriformes a superfície de contato é maior e o dano menor, evidenciando a necessidade de seleção (Pinto et al., 2001).

1.2.1.2 Materiais Genéticos Cultivados

A cultura do mamoeiro se sustenta numa estreita base genética, sendo bastante limitado o número de cultivares plantadas nas principais regiões produtoras. Entre as cultivares de mamoeiros cultivados no mundo, a maioria é do Grupo Solo, apresentando frutos com peso médio de 350 a 600 g (Dantas et al., 2003).

Das principais cultivares de mamoeiro do grupo Formosa, destaca-se o híbrido F₁ Tainung N°1. No Grupo solo, as cultivares que se destacam são Sunrise Solo, Improved Sunrise Line 72/12, Baixinho-de-Santa-Amália, Golden, Taiwan, Kapoho Solo, Waimanalo e Higgins (Dantas et al., 2003). As cultivares desse grupo são geneticamente uniformes e de linhagens puras, fixadas por sucessivas gerações de autofecundação. São amplamente utilizadas no mundo e há, no Brasil, o predomínio de duas delas: a Sunrise Solo e a Golden (Faria et al., 2009).

A variedade Sunrise Solo, também conhecida como mamão-havaí, papaia ou Amazônia, procedente da Estação Experimental do Havaí (Estados Unidos), é a mais conhecida no Brasil (Dantas, 1999). Apresenta fruto piriforme, proveniente de flor hermafrodita, com peso médio de 500 g, de casca lisa e firme, polpa vermelho-alaranjada de boa qualidade e cavidade interna estrelada (Faria et al., 2009).

Sua floração tem início aos 3 a 4 meses de idade, variando a altura de inserção das flores de 70 a 80 cm. A produção tem início de 8 a 10 meses após o plantio, atingindo, em média, 45 t ha⁻¹ano⁻¹ (Dantas et al., 2003).

1.2.1.3 Exigências Climáticas da Cultura

Sendo uma planta tipicamente tropical, o mamoeiro apresenta crescimento regular e produz frutos de boa qualidade em regiões de grande insolação, com temperaturas variando de 22 a 26 °C e precipitação acima de 1200 mm bem distribuídas durante todo ano. A planta consome em média 18 litros de água por dia, em evapotranspiração de aproximadamente 3,5 mm dia⁻¹ (Lyra, 2007; Faria et al., 2009). Como no estado de

Alagoas e outros da região Nordeste não há essa precipitação bem distribuída, a irrigação torna-se obrigatória para uma maior produção e melhor escalonamento da colheita.

A umidade relativa do ar entre 60 a 85% é a mais favorável ao desenvolvimento dessa planta. Altitudes de até 200 m acima do nível do mar são adequadas para o cultivo, embora se adapte a regiões com altitudes mais elevadas e temperaturas mais baixas, sendo que o vigor da planta e a qualidade dos frutos são inferiores aos dos mamoeiros produzidos nas regiões mais quentes. A temperatura exerce influência no desenvolvimento da cultura, sobretudo na formação de flores e frutos (Faria et al., 2009; Oliveira, 2000).

Ventos muito fortes podem provocar fendilhamento e queda das folhas, reduzindo a área foliar da planta e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética, além de expor os frutos aos raios solares, sujeitando-os a queimaduras. Ventos fortes também podem provocar queda de flores e frutos, principalmente das plantas em fase de produção (Mattos, 2006).

O solo mais adequado para o desenvolvimento do mamoeiro é o de textura areno-argilosa, com pH de 5,5 a 6,7; devendo-se evitar o plantio em solos muito argilosos, poucos profundos ou localizados em baixadas que se encharcam com facilidade na época de chuvas intensas, uma vez que, nessas condições, as plantas podem apresentar desprendimento prematuro das folhas mais jovens, troncos finos e altos, produções reduzidas e maior incidência de doenças (Oliveira, 2002a).

Em caso de a precipitação pluvial local ser elevada, a velocidade de infiltração da água no solo e a drenagem serem lentas, recomenda-se o plantio em áreas com pequeno declive (de 3 a 5%), em curva de nível para evitar o acúmulo de água junto às raízes. Em solos com camadas mais adensadas abaixo da superfície, como naqueles dos Tabuleiros Costeiros, onde estão as principais regiões produtoras do Brasil (sul da Bahia e norte do Espírito Santo), deve-se realizar subsolagem a 0,5 m ou mais de profundidade, na linha de plantio ou de preferência em toda área (Faria et al., 2009).

1.2.1.4 Produção de Mamão no Brasil

Nos anos setenta, a cultura se expandiu no Brasil com a introdução de cultivares do grupo ‘Solo’ e de híbridos do grupo ‘Formosa’ (Dantas & Lima, 2001). Vale ressaltar que a simples introdução de cultivares do grupo Solo provocou significativa expansão

da comercialização do fruto, graças à sua grande aceitação, tanto no mercado interno quanto no mercado externo (Dantas et al., 2003).

O Brasil é líder na produção da fruta, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), colhendo, em 2008, 1,890 milhões de toneladas. Na primeira colocação no ranking nacional de produtores, está o estado da Bahia, com 902.525 toneladas anuais, e o Espírito Santo, com 630.124 t. O Rio Grande do Norte é responsável por 106.064 t e o Ceará responde por 99.522 toneladas. O Nordeste concentra a maior parte da safra nacional da fruta, com colheita de 1,179 milhões de toneladas, em 2008 (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2010). Juntas, as regiões Nordeste e Sudeste detêm 85,7% da produção nacional (Ono et al., 2004).

O país em todas as suas regiões apresenta excelentes condições para o desenvolvimento da cultura o ano inteiro, explorando suas peculiaridades de clima, de solo e de extensão territorial, estabelecendo grandes pólos de produção, além de possuir grande relevância social por gerar empregos devido à necessidade de mão-de-obra contínua (Faria et al., 2009; Benassi, 2006).

A produção em Alagoas ainda é baixa em relação aos principais estados produtores, devido, em grande parte, à escassez de estudos sobre a cultura nas condições locais, evidenciando a necessidade de aprimoramento técnico.

Esse aprimoramento passa por ajustes ou adaptações no manejo da cultura que permitam produtividades maiores, com frutos de qualidade compatível com as exigências de mercado consumidor. Um dos meios necessários para se atingir esse resultado é o manejo nutricional equilibrado, que favoreça o estabelecimento e proteção da planta.

1.2.2 Adubação e Nutrição do Mamoeiro

1.2.2.1 Importância dos nutrientes minerais

Para maximizar os efeitos da adubação, é necessário considerar todas as fases de desenvolvimento da planta, em razão das exigências nutricionais distintas. Nessa situação, admite-se que o programa de adubação adotado no cultivo do mamoeiro proporciona maior longevidade e produção da cultura, com reflexos diretos na taxa de retorno do empreendimento agrícola (Ruggiero et al., 2003).

O mamoeiro é uma planta de crescimento, florescimento e frutificação contínuos. Portanto, também é constante a demanda por nutrientes (Araújo, 2007). Nesse sentido,

para que as plantas tenham uma nutrição equilibrada, cada nutriente deve estar disponível na solução do solo durante todas as fases da cultura (Malavolta, 2006).

1.2.2.2 Macronutrientes

1.2.2.2.1 Nitrogênio (N):

É o segundo nutriente mais exigido pelo mamoeiro, sendo sua absorção crescente e constante durante o ciclo da planta. É um elemento que fomenta o crescimento vegetativo, não podendo faltar nos primeiros 5 a 6 meses após o plantio. O excesso de N ocasiona o maior crescimento vegetativo do mamoeiro, aumentando os espaços entre os frutos além do amaciamento da polpa, característica indesejável para a qualidade do fruto (INCAPER, 2009).

1.2.2.2.2 Potássio (K):

É o nutriente mais requerido pelo mamoeiro, sendo exigido de forma constante e crescente durante todo o ciclo da planta. É muito importante após o estágio de florescimento e frutificação, por proporcionar frutos maiores, com teores mais elevados de açúcares e sólidos solúveis (Oliveira et al., 2004).

Muitas vezes, a quantidade de K^+ presente na solução do solo é insuficiente, para suprir as necessidades da cultura por mais de um dia de cultivo. Sendo assim, considerando a grande exigência por esse nutriente, o K^+ da solução do solo precisa ser continuamente suprido pelo K^+ da fase sólida (Vale et al., 1993).

O K^+ é responsável por diversas funções metabólicas em nível celular, dentre elas, destacam-se a manutenção da turgescência celular, controle da abertura e fechamento dos estômatos e osmorregulação celular. É solicitado na síntese de proteínas, no metabolismo dos carboidratos e lipídios, sendo ativador de um grande número de enzimas. Em plantas deficientes em K^+ , a síntese protéica, fotossíntese e expansão celular são impedidas e ocorre a morte da célula. O K^+ move-se livremente no floema e é exportado das folhas mais velhas para as mais novas, razão pela qual o sintoma de deficiência se manifesta primeiramente nas folhas mais velhas (INCAPER, 2009).

O elemento é absorvido na mesma forma iônica que ocorre no solo: K^+ . Como é bastante permeável nas membranas plasmáticas, é facilmente absorvido e transportado a longas distâncias tanto no xilema quanto no floema (Menguel & Kirkby, 1987).

1.2.2.2.3 Fósforo (P):

O fósforo é o macronutriente de maior imobilidade no solo (Menguel & Kirkby, 1987). Comparado ao N e K, o P é o exigido em menores quantidades pela planta, entretanto é o nutriente mais usado em adubação no Brasil, tanto pela carência generalizada nos solos como por ter forte interação com o solo (Faquim, 1994). É essencial para o crescimento da planta e está envolvido na maioria dos processos metabólicos, estando presente também nos processos de transferência de energia (Raij, 1991).

Tem importância fundamental no início do desenvolvimento radicular, sendo necessário adubar as plantas jovens com P prontamente disponível, pois a maior resposta à sua aplicação ocorre na fase inicial do crescimento, quando o acúmulo de matéria seca é grande e o P absorvido nesta fase pode chegar a 50% do total que é absorvido em todo o ciclo (Cruz, 1994).

Os sintomas de deficiência se espalham das folhas mais velhas para as mais novas. Uma adubação deficiente em P ocasiona o retardamento do sistema radicular do mamoeiro, assim como da parte aérea, fatores básicos para o desenvolvimento das plantas (Oliveira et al., 2004; Façanha et al., 2008).

1.2.2.2.4 Cálcio (Ca):

O cálcio é o terceiro nutriente mais requerido pela planta e também se acumula de forma crescente e uniforme, promovendo crescimento e multiplicação das raízes. A deficiência do elemento é responsável pelo amaciamento da polpa do fruto, ocasionando menor resistência ao transporte, menor vida útil e comercialização (Oliveira et al., 2004).

É absorvido como Ca^{+2} e a maior concentração encontrada nas plantas deve-se ao seu alto nível na solução do solo e não à eficiência de absorção das plantas. Geralmente, sua concentração na solução do solo é bem maior que a concentração de K^{+} , apesar de ser absorvido em quantidades menores (Menguel & Kirkby, 1987).

1.2.2.2.5 Magnésio (Mg):

A principal função fisiológica do Mg é o seu papel catalítico, atuando na síntese de proteína e na ativação de muitas enzimas. É também um componente indispensável da molécula de clorofila, participando dos processos de fotossíntese, além de auxiliar na absorção e translocação do P (Oliveira et al., 2004).

O transporte do Mg por fluxo de massa no xilema via corrente transpiratória quase sempre é suficiente para suprir a exigência das plantas, contudo a interceptação radicular também ocorre (Vale et al., 1993; Faquim, 1994). Na solução do solo, o Mg^{+2} normalmente é observado em quantidades superiores às de K^{+} , porém absorvido em menores quantidades. Assim, tanto a absorção quanto o transporte podem ser restringidos competitivamente por um excesso de outros cátions, principalmente K^{+} , Ca^{+2} e NH^{+4} . Baixo pH também reduz a absorção de Mg^{+2} , não apenas pela baixa disponibilidade do elemento em condições ácidas, mas por um efeito direto do pH. O nitrato, por sua vez, tem uma influência benéfica na absorção de Mg^{+2} (Menguel & Kirkby, 1987).

Os frutos e tecidos de reserva, que são altamente dependentes do floema para seu suprimento mineral, são, assim, muito mais ricos em K^{+} e Mg^{+2} que em Ca^{+2} (Menguel & Kirkby, 1987). Esse elemento é mais sujeito à remoção nas colheitas sucessivas de grãos e frutos (Vale et al., 1993).

1.2.2.2.6 Enxofre (SO_4^{-2}):

O elemento participa da composição química da papaína (enzima proteolítica) e, em termos gerais, desempenha na planta funções que determinam aumentos na produção e qualidade do fruto. O íon SO_4^{-2} é importante na competição com o íon Cl^{-} , comumente adicionado ao solo pelo uso de adubos como cloreto de potássio. O íon SO_4^{-2} favorece a atividade de enzimas anabólicas com conseqüente acúmulo de carboidratos polimerizados (amido) e de componentes nitrogenados polimerizados (proteínas) (Oliveira et al., 2004).

1.2.2.3 Micronutrientes

Apesar de exigidos em pequenas quantidades, a deficiência dos micronutrientes é comum em plantios onde não são realizadas adubações suplementares (Oliveira et al., 2004). Para Fageria et al. (2002), muitas vezes, essa deficiência é devido à significativa necessidade de práticas intensivas de manejo e cultivos em solos deficientes em boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

Para estas condições de solo e cultivo, existem elementos chamados “não essenciais”, como o silício (Si), que podem aumentar o rendimento de algumas espécies cultivadas, interferindo em vários processos fisiológicos desejáveis para as plantas. Os benefícios do uso do Si se manifestam não apenas em plantas conhecidas como

acumuladoras (arroz, cana-de-açúcar e pastagens), mas também em plantas não-acumuladoras de Si, como tomate e plantas típicas da vegetação do cerrado (Korndörfer & Datnoff, 2004; Lana, 2002). Outras culturas têm respondido à adição de Si, como o cafeeiro (Santos et al., 2005; Pozza et al., 2004), morangueiro (Wang & Galleta 1998), algumas olerícolas, como alface (Sobrinho et al., 2004), cenoura (Juliatti et al., 2003).

Estudos demonstram que a presença de silício também pode aumentar o aproveitamento do P às plantas, principalmente em solos muito intemperizados (Camargo et al., 2003). Isso ocorre pelo efeito indireto do aumento do pH e pelo bloqueamento dos sítios de adsorção ou pela redução da adsorção do fosfato com a utilização de silicato, pois há evidências de que competem pelo mesmo sítio de adsorção (Savant et al., 1999). Ainda, Korndörfer et al. (1999) e Santos (2002) relataram que o teor de Si possui correlação positiva com outros nutrientes, como N, K, Ca e Mg.

1.2.2.4 Requerimentos Nutricionais do Mamoeiro

A exigência nutricional refere-se às quantidades de macro e micronutrientes que uma cultura retira do solo, do adubo e do ar para atender as suas necessidades, para crescer e produzir adequadamente (Faquim, 1994). Segundo Medeiros & Oliveira (2007), a quantidade exigida está em função dos teores no material vegetal e do total de matéria seca produzida. Para que a planta tenha uma nutrição equilibrada, todos os nutrientes devem estar disponíveis em concentrações adequadas na solução do solo durante todo o ciclo da cultura (Malavolta, 2006).

O mamoeiro é uma planta que absorve quantidades relativamente altas de nutrientes, apresentando exigências contínuas, principalmente durante o primeiro ano, e atingindo o máximo aos doze meses de idade. A sua característica de colheitas intermitentes demonstra que a planta necessita de suprimentos de água e nutrientes em intervalos freqüentes, permitindo, dessa maneira, o fluxo contínuo de produção de flores e frutos (Brito Neto et al., 2010).

As recomendações de adubação para a cultura se modificam consideravelmente de uma região para outra, tanto na quantidade de nutrientes aplicada quanto no parcelamento das adubações (Marinho, 1999).

Na avaliação das exigências nutricionais, é importante determinar, além das quantidades extraídas (raiz + parte aérea) e exportadas (flores + frutos), também as épocas de maior demanda dos nutrientes (Vitti et al., 1989).

Plantas de diferentes genótipos de mamoeiro apresentam variabilidade na absorção e acumulação de nutrientes nas folhas. Do primeiro ao sexto mês, a planta precisa principalmente de N e do sétimo em diante, os maiores requerimentos são em N e K. As adubações com P podem ser menos freqüentes, recomendando-se alternar formulações NK e NPK, nas adubações em cobertura (Souza et al., 2000).

Viégas et al. (1998), avaliando a resposta do mamoeiro 'Sunrise Solo' irrigado com doses de N fornecidas na forma de uréia, observaram que a dose de 343 g de N planta⁻¹ ano⁻¹ (parcelada em 5 vezes) possibilitou a máxima produção de frutos de mamão (28 t ha⁻¹) e com a dose de 332 g de N planta⁻¹ foi obtido o máximo retorno econômico. Freitas et al. (2000), trabalhando com as doses 240, 480 e 960 kg ha⁻¹ano⁻¹ de N, também na forma de uréia, fornecidas via fertirrigação a mamoeiros 'Solo', observaram que as características de crescimento, produtividade inicial e as características químicas dos frutos não foram influenciadas pelos tratamentos.

Adubação com excesso de N pode aumentar a incidência de frutos de mamoeiro deformados (carpelóides) e/ou polpa pouco consistente e sabor alterado (Marin et al., 1995). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o P e o N aumentam os teores de sólidos solúveis, o tamanho do fruto e a espessura da polpa com melhor aspecto e resistência dos frutos. No entanto, os mesmos autores citam que, quando ocorre excesso desses nutrientes, há modificação nas características de qualidade, reduzindo a espessura da casca, causando aspecto aquoso, polpa mole e sabor insípido.

A relação entre nutrientes que mais afeta a produção e a qualidade do mamoeiro é a relação N/K₂O (Vitti et al., 1988). Na adubação de cobertura, a manutenção do equilíbrio N/K₂O é fundamental para a obtenção de frutos com boa qualidade comercial, além de elevar a produtividade. Em períodos de chuvas fortes, devem-se utilizar fórmulas de adubo com menos N, assim como aumentar o número de parcelamentos. Além disso, é atribuída à relação N/K₂O grande importância na produção e qualidade da cultura (Souza et al., 2000).

Recomenda-se que, nas adubações, os fertilizantes apresentem relações N/K₂O próximas a 1. Tem-se observado que uma relação alta pode proporcionar casca fina, frutos moles, sabor alterado, crescimento excessivo da planta e frutos muito distanciados. Em uma relação equilibrada, os frutos se apresentam doces e com polpa mais consistente (Oliveira et al., 2004).

Dos micronutrientes, o Boro é o mais requerido pelo mamoeiro, sendo extraído em grandes quantidades, afetando a qualidade e produção de frutos. Essa situação confirma

maior necessidade do uso de fertilizantes contendo esses nutrientes mesmo que em baixas concentrações, como por exemplo, o uso de matéria orgânica de origem animal (Menezes Junior et al., 2008).

O Molibdênio é o mais acumulado nas flores e frutos (36 % do total absorvido). Para B, Cu e Zn, as taxas de acumulação nos órgãos reprodutivos situam-se em torno de 20 %. Mn e Fe apresentam menores taxas relativas de acumulação (14 e 16 %) nas flores e frutos, no primeiro ano de cultivo (Oliveira et al., 2004).

1.2.3 A Importância do Silício na Agricultura

O silício é um elemento pouco conhecido na agricultura, porém promete crescer muito em importância com os novos estudos sobre seu papel na nutrição de algumas plantas comerciais. Sua utilização no país tem sido difundida nos últimos anos, principalmente após sua inclusão como micronutriente na legislação de fertilizantes pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 2004).

O elemento tem demonstrado seus efeitos benéficos, contribuindo para o crescimento e a produção de diversas maneiras: melhorando condições físicas, físico-químicas e químicas desfavoráveis do solo; contribuindo diretamente para a nutrição; aumentando a resistência a pragas e doenças em um grande número de plantas (Malavolta, 2006; Epstein; Bloom, 2006).

Dentre as fontes de silício, o silicato de cálcio (CaSiO_3) é a forma mais empregada na maioria dos produtos comerciais (Barbosa Filho et al., 2000). Entre os produtos comercializados, têm-se a argila silicatada, cujo nome comercial é Rocksil®. Outro exemplo de produto comercial é o fertilizante organomineral, cujo nome comercial é Ergofito®, que atua proporcionando uma rápida assimilação de nutrientes disponíveis, aumentando a produção de massa vegetal, fato que também pode tornar a planta resistente a patógenos (Tecnobiol, 2005).

Essa tecnologia emergente no emprego de indutores de resistência bióticos e abióticos (Ventura & Costa, 2002) surge com uma alternativa de substituição ou redução no uso de produtos químicos que constituem sério risco para o meio ambiente e a saúde humana, principalmente pela presença de resíduos tóxicos, fator que contribui para a contaminação dos solos (Almeida et al., 2007; Reis et al., 2008).

Estudos apontam a contribuição do Si na translocação de carbono para panículas e sementes; no aumento da eficiência do uso da água, com diminuição da transpiração e passagem mais rápida da fase vegetativa para a reprodutiva; mantêm os inimigos

naturais contra pragas; preserva a camada de ozônio, pois não emite CO₂ na atmosfera (Epstein, 1999; Savant et al., 1997; Zuccarini, 2008). Os benefícios do silício incluem também aumento da tolerância à toxidez por Al, Mn e Fe; aumento da resistência da parede celular; aumento da rigidez estrutural dos tecidos, reduzindo, desta forma, à suscetibilidade ao acamamento; melhoria da arquitetura da planta, proporcionando menor sombreamento e folhas mais eretas, com maior absorção de CO₂; entre outros (Tisdale et al., 1993; Vilela et al., 2007).

1.2.3.1 Solubilidade e Disponibilidade para as Plantas

O silício é o segundo elemento em abundância na crosta terrestre, sendo o óxido de silício (SiO₂) o mineral mais abundante nos solos, constituindo a base da maioria dos argilominerais. Em solos tropicais, em razão do avançado grau de intemperização, o Si é encontrado na forma opala e quartzo (SiO₂ nH₂O), sendo estas formas não disponíveis às plantas (Barbosa Filho et al., 2001; Camargo et al., 2007).

Na solução do solo, encontra-se como ácido monossilícico (H₄SiO₄), estando a maior parte na forma não dissociada, a qual é prontamente absorvida pelas plantas (Raven, 1983, Knight & Kinrade, 2001). As principais fontes de ácido silícico presente na solução do solo tem origem na decomposição de resíduos vegetais, na dissociação do ácido silícico polimérico, na liberação de Si dos óxidos e hidróxidos de Fe e Al, na dissolução de minerais cristalinos e não cristalinos, na adição de fertilizantes silicatados e na água de irrigação (Lima Filho et al., 1999).

1.2.3.2 Absorção e Translocação pelas Plantas

As espécies vegetais têm diferentes capacidades de absorver e acumular silício nos seus tecidos. Durante anos, a absorção radicular de silício foi considerada como sendo exclusivamente passiva para todas as espécies vegetais. Entretanto, atualmente, os processos de absorção ativa já são confirmados para muitas espécies (Ma et al., 2007; Chiba et al., 2009). Em geral, as plantas monocotiledôneas são acumuladoras de silício, devido ao processo ativo de absorção pelas raízes, possuindo teor foliar acima de 10,0 g Kg⁻¹. Neste grupo, estão inclusas as espécies de arroz (*Oryza sativa* L.) e de trigo (*Triticum aestivum* L.).

A maioria das plantas dicotiledôneas tem a absorção radicular de silício de forma passiva e são exclusoras de silício. Nestas, o teor foliar não ultrapassa 5,0 g Kg⁻¹. Por

isso, são consideradas não acumuladoras de silício. Neste grupo, estão inclusas espécies, como feijão e a soja (Ma et al., 2004; 2007).

O elemento é absorvido pela planta na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4), na forma passiva ou ativa, por transportadores de membrana específicos para este fim. O transporte e acúmulo de silício podem ser regulados também por um processo ativo, que é desencadeado pelo estímulo à proteção contra doenças, pragas e outras condições de estresse (Belanger & Menzies, 2003; Perry, 2007).

O principal órgão de depósito de silício são as folhas, onde é depositado na forma de sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Na planta, aproximadamente 99% do silício encontra-se depositado na forma de sílica e menos de 1% encontra-se na fração coloidal ou iônica, forma solúvel. Os depósitos de sílica nas plantas proporcionam melhoria na arquitetura foliar e em alguns processos metabólicos, tendo como resultado final o aumento na produção e na qualidade dos produtos (Belanger & Menzies, 2003).

1.2.4 Qualidade do Fruto

O mamão é consumido como fruta fresca e muito apreciado pelo seu sabor adocicado, polpa levemente perfumada e de coloração variando de amarelo a vermelho (Rocha et al., 2005). Esses fatores têm contribuído para o aumento considerável, nos últimos anos, do seu consumo, elevando o mamão ao posto de uma das principais frutas tropicais produzidas e exportadas pelo país (Medeiros et al., 2009).

Na composição química da polpa do mamão, predominam água (86,8%), açúcares (12,18%) e proteínas (0,5%). O fruto é considerado uma importante fonte de carotenóides, precursores da vitamina A, e bastante rico em vitamina C (Chandrika et al., 2003; Sentanin & Amaya., 2007; Souza, 1998).

A concentração final de muitos desses compostos relacionados à qualidade do fruto está relacionada ao estado nutricional da planta. Desta forma, a interação entre a nutrição de plantas e a qualidade dos frutos tem ganhado importância em trabalhos experimentais com diversas culturas, em razão da conhecida melhoria das características físicas, e mesmo bioquímicas, do fruto, com reflexos diretos na relação custo/benefício do produto final (Ruggiero et al., 2003; Brito Neto et al., 2010).

Outro fator que contribui para uma boa manutenção da qualidade dos frutos, além das condições adequadas de cultivo, é a colheita na época e estágio de maturação adequado (Rocha et al., 2005).

A qualidade do fruto depende do estágio de maturação, o qual influencia muito sua vida útil pós-colheita. Colheitas realizadas antes dos frutos atingirem a completa maturação fisiológica prejudicam o amadurecimento, afetando a qualidade. Frutos colhidos completamente verdes, embora totalmente desenvolvidos, não amadurecem e enrugam com o passar do tempo (Bleinroth & Sigrist, 1989). Por outro lado, a colheita de frutos totalmente maduros reduz sua vida útil e dificulta o manuseio e transporte, devido a sua baixa resistência física, causando perdas quantitativas e qualitativas (Chitarra & Chitarra, 2005).

O mamão é um fruto climatérico e quando colhido no estágio de coloração correta, o pico de respiração é observado por volta de seis dias após a colheita (Paull & Chen, 1997). Este fruto tem por característica a mudança gradual e desuniforme na cor da casca, de verde para amarela, formando inicialmente faixas amarelas partindo da região estilar para a inserção peduncular (Oliveira et al., 2002b).

Parte das alterações na composição do mamão que ocorrem durante o amadurecimento é facilmente identificada pela alteração de coloração, aroma, sabor e textura (Jacomino et al., 2003). Além da maturação, a qualidade dos frutos, determinada pelos níveis de açúcares, ácidos orgânicos e minerais presentes na polpa, varia de acordo com o tipo de mamão, cultivar e tratos culturais no pomar (Bleinroth & Sigrist, 1989).

No mamão, o ácido orgânico predominante é o cítrico. A acidez do fruto é muito baixa, em torno de 0,10%, que contribui para que o pH seja relativamente alto, em média 5,5-5,9 (Folegatti & Matsuura, 2002). Porém, a porcentagem de sólidos solúveis (SS), expressa em °Brix, é uma das principais características utilizadas para avaliar a qualidade dos frutos. Por definição, °Brix corresponde à porcentagem de matéria seca nas soluções de sacarose quimicamente puras. Na maioria dos alimentos, a sacarose está presente em outros sólidos constituídos por açúcares, ou seja, em soluções não quimicamente puras (Souza & Ferreira, 2004).

Os teores máximos de sólidos solúveis (SS) após a colheita são alcançados quando os frutos são colhidos com 33% da superfície amarela. Entretanto, frutos excessivamente maduros não são desejados, pois quando a superfície do fruto atinge níveis acima de 80% de coloração amarela, há correspondente decréscimo no teor de SS (Honório & Rocha, 1988).

O teor de açúcares pode variar entre e dentro da mesma cultivar ou, dependendo das condições climáticas, da fertilidade do solo, da época, do estágio de maturidade e da

região do fruto. No mamão, a concentração de açúcares solúveis totais aumenta ligeiramente durante o desenvolvimento dos frutos e de forma brusca com o início do amadurecimento. O teor de sacarose, que é baixo (em torno de 15% do açúcar solúvel total) antes do início do amadurecimento, aumenta rapidamente após 110 dias da antese, atingindo, aproximadamente, 80% do teor de açúcares solúveis total, em contraste com o teor de glicose, que tende a declinar de 65% para perto de 20% neste mesmo período. A partir daí o processo se altera, com queda na concentração de sacarose e aumento nos teores de glicose e frutose, indicando que a sacarose é hidrolisada para açúcares simples (Costa & Balbino, 2002).

Dentre os fatores que interferem na qualidade dos frutos, a nutrição mineral está dentre as mais importantes (Freitas et al., 2006) assim o Si, por proporcionar melhoria na absorção de nutrientes pelas plantas poderia contribuir para o incremento nutricional dos frutos, favorecendo seu pleno desenvolvimento.

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2010: **Anuário da Agricultura Brasileira**. Hortifrutícolas: Mamão: Produções e áreas mundiais . São Paulo: AgraFNP, 2010, p. 374.
- ARAÚJO, F. A. R. **Mamoeiro Havaí, biofertilizante bovino e adubação mineral – reflexos no crescimento, produção, nutrição e fertilidade do solo**. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. 2007.
- ALMEIDA, G. B.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; HOLTZ, A. M.; VICENTINI, V. B. Determinação da concentração letal média (CL 50) de *Beauveria bassiana* para o controle de *Brevicoryne brassicae*, **Idesia**, v. 25, n. 2, 2007.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 2010, 128 p.
- BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; FAGERIA, N. K.; DATNOFF, L. E.; SILVA, O. F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Piracicaba, v.25, n.2, p.325-330, 2001.
- BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; PRABHU, A. S.; DATNOFF, L. E.; KORNDORFER, G. H. Importância do silício para a cultura do arroz: uma revisão de literatura. Piracicaba. **Informações agronômicas**, v. 89, 2000, 11 p.
- BÉLANGER, R. R.; MENZIES, J. G. Use of silicon to control diseases in vegetable crops. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 36, Uberlândia-MG, **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 42-45, 2003.
- BENASSI, A. C. **A Economia do Mamão**: informes sobre a produção de mamão. 2006. Disponível em:< [http:// www.todafruta.com.br/todafruta](http://www.todafruta.com.br/todafruta)> Acesso em: 18 abr. 2007.
- BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M. M. Matéria Prima. In: ITAL (org.). Mamão: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Campinas: ITAL, p.179-254, 1989. (Série frutas tropicais, 7).
- BRASIL Decreto n.o 2954. Aprova o regulamento da lei 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. **Normas Jurídicas** (Texto Integral) – DEC 004954, 14 jan., 2004, 27 p.
- BRITO NETO, J. F. de; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F.; ARAÚJO, R. da C.; SOARES, E. B. da S.; LACERDA, J. S. de. Efeito da adubação orgânica e verde sobre o desenvolvimento do mamoeiro e as características químicas do solo. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo de Pinhal, v. 7, n. 1, p. 158-169, 2010.

- CALDARELLI, C. E.; NAKAMURA, C. Y.; OKANO, W. E.; ERCOLIN, T. M. **Logística do mamão Formosa: uma análise de modalidade de transporte.** 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, administração e Sociologia Rural, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/13/37.pdf>. Acesso em 04.01.2011.
- CAMARGO, M. S. de; BARBOSA, D. S.; RESENDE, R. H.; RAMOS, L. A.; VIDAL, A. A.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CORRÊA, G. F. Disponibilidade de silício em solos: efeito do pH, Si e extratores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29. 2003. Anais. Ribeirão Preto, Unesp, 2003.
- CAMARGO, M. S. de; KORNDORFER, G. H. ; PEREIRA, H. S.. Solubilidade do silício em solos: influência do calcário e ácido silícico aplicados. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 637-647, 2007.
- CHANDRIKA, U. G.; JANSZ, E. R.; WICKRAMASINGHE, SMD N.; WARNASURIYA, N. D. Carotenoids in yellow- and red-fleshed papaya (*Carica papaya* L). **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 83, n. 12, p. 1279-1282, 2003.
- CHIBA, Y.; MITANI, N.; YAMAJI, N.; MA, J. F. HvLsil is a silicon influx transporter in barley. **Plant Journal**. v. 57, p. 810-818, 2009.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- COSMI, F. C.; JESUS JUNIOR, W. C. de; VENTURA, J. A.; COSTA, H.; MARTINS, D. dos S.; MORAES, W. B.; FERREGUETT, G. A. **Dinâmica temporal do mosaico do mamoeiro no norte do Espírito Santo.** Papaya Brasil, 2007. Disponível em: http://www.fundagres.org.br/downloads/pi-mamao/2007_fitopatologia_05.pdf. Acesso em: 04. 01. 2011.
- COSTA, A. de F. S. da; BALBINO, J. M. de S. **Mamão: pós-colheita.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca Fruticultura, 2002. 59p. (Frutas do Brasil, 21).
- COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; COSTA, R. R. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 455-460, 2009.
- CRUZ, L. A. de. **Desenvolvimento inicial do mamoeiro relacionado à disponibilidade de fósforo no solo.** Botucatu: ESALQ, 1994. 96 p. (Dissertação de Mestrado).
- CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. Cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) como potenciais pragas do mamoeiro no estado do Espírito Santo. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S. (Eds.). **Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão.** Vitória: Incaper, 2007. p. 519-526.

- DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: SANCHES, N.F.; DANTAS, J.L.L. (Ed.). **O cultivo de mamão**. Cruz das Almas, BA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPMF. p. 6-7, 1999.
- DANTAS, J. L. L.; CASTRO NETO, M. T. Aspectos botânicos e fisiológicos. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão, produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.11-14, 2000.
- DANTAS, J. L. L.; LIMA, J. F. D. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro – avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura** Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 617-621, 2001.
- DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. de. Mamão: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 151 p., 2003.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES F. A.; SEEBOLD K. W. Silicon and Plant Nutrition. In: DATNOFF L. E., ELMER W. H., HUBER D. M. (Eds.) Mineral nutrition and plant disease. Saint Paul MN. APS Press. p. 233-246, 2007.
- EPSTEIN, S. Silicon. **Annual Review of plants Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, 1999.
- EPSTEIN, E.; BLOMM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Planta, 2006, 403 p.
- FAÇANHA, A. R.; CANELLAS, L. P.; DOBBSS, L. B. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. Micronutrients is crop production. **Advances in Agronomy**, New York, v.77, p. 185-268, 2002.
- FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. Mamão: pós-colheita. Cruz das Almas, BA, Embrapa Mandioca Fruticultura; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 59 p. (Frutas do Brasil; 21).
- FAQUIM, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1994. 227p.
- FARIA, A. R.; NORONHA, A. C. das; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; OLIVEIRA, E. J. de; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, J. R. P. de; DANTAS, J. L. L.; SOUZA, L. D.; OLIVEIRA, M. de A.; COELHO FILHO, M. A.; SANCHES, N. F.; MEISSNER FILHO, P. E.; MEDINA, V. M.; COROLEIRO, Z. J. M. A cultura do mamão. 3 ed. rev. E ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica; Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009, 119 p. (coleção plantar).
- FREITAS, J. de A. O.; CRISÓSTOMO, L. A.; LIMA, R. N. de; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T. Crescimento e produção inicial do mamoeiro (*Carica*

- papaya* L.) em resposta a doses de nitrogênio aplicadas via água de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000, p. 373.
- FREITAS, M. S. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. da R.; CARVALHO, A. J. C. de. Deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce: Qualidade dos frutos. **Revista Brasileira da Fruticultura**, v. 28, n.3, p. 492-496, 2006.
- GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, 2009.
- | GUÉVEL, M. H.; MENZIES, J. G; BÉLANGER R. R. Effect of root and foliar applications of soluble silicon on powdery mildew control and growth of wheat plants. **European Journal Plant Pathology**, v. 119, n. 4, p. 429-436, 2007.
- HONÓRIO, S. L.; ROCHA, J. L. V. da. Armazenagem e conservação do mamão (*Carica papaya* L.) cv. Solo. In: Ruggiero, C (ed.). Mamão. Jaboticabal: FCAV /UNESP, p. 293-310, 1988.
- HORTIFRUTIBRASIL. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/75/mamao.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2009.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <HTTP://www.sidra.ibge.gov.br/> . Acesso em 25 nov. 2009.
- INCAPER - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Produção Integrada de mamão**. Disponível em: www.incaper.es.gov.br/pi-mamao/nutricao acesso em: 22 abr. 2009.
- JACOMINO, A.P., BRON, I. U.; KLUGE, R. A. Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão. In: Martins, D.S. (Ed.) Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória, ES: INCAPER, p. 277-290, 2003.
- JULIATTI, F. C.; RAMOS, H. F.; KORNDÖRFER, G. H.; OLIVEIRA, R. G.; AMADO, D. F.; CARNEIRO, L. M.; LUZ, J. M. Q. Controle da queima das folhas de cenoura pelo uso do silício. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 36., 2003, Uberlândia. **Resumos...**Uberlândia, 2003.
- KNIGHT, C.T.G.; KINRADE, S.D. A primer on the aqueous chemistry of silicon. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. (Ed.). Silicon in Agriculture. **The Netherlands: Elsevier Science**, p. 57-84, 2001.
- KORNDÖRFER, G. H. ARANTES, V. A.; CORRÊA, G. F.; SNYDER, G. H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 635-641, 1999.

- KORNDÖRFER, G.; DATNOFF, L. Efeito do silício no crescimento e produtividade das culturas. 2004. Disponível em: <http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Efeitos/Efeitos.htm>. Acesso em: 02/02/2010.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. DE. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. **Boletim técnico**, 2 ed. Uberlândia, n.1, p. 23, 2004.
- LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em mamoeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas: fruteiras** Viçosa, v. 2, p.1023-1138, 2002.
- LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G.; TSAI, S. M. O silício na agricultura. **Informações agrônômicas**, (Encarte técnico) n. 87, p. 1-7, 1999.
- LYRA, G. B. **Estimativa dos níveis ótimos econômicos de irrigação e de adubação nitrogenada nos mamoeiros (Carica papaya L.) Cultivar Golden e do híbrido UENF Caliman 01**. 2007. 160 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2007.
- LUNA, J. V. U. **Instruções práticas para acultura do mamoeiro**. Salvador: EPABA, 1980. 14 p.
- MA J. F.; YAMAJI N.; MITANI N.; TAMAI K.; KONISHI S.; FUJIWARA T.; KATSUHARA, M.; YANO, M. An efflux transporter of silicon in rice. **Nature** v. 448 p. 209-212 doi:10.1038/nature 05964, 2007.
- MA J. F.; MITANI N.; NAGAO S.; KONISHI S.; TAMAI K.; IWASHITA T.; YANO M. Characterization of the silicon uptake system and molecular mapping of the silicon transporter gene in rice. **Plant Physiology**. v.136 p. 3284-3289, 2004.
- MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. **Silicon as a beneficial element for crop plants**. In: DATNOFF et al., 2001. Silicon on Agriculture. cap. 2, p. 17-39, 2001.
- MALAVOLTA, E. Manual de Nutrição Mineral de Plantas. Editora Agronomica Ceres Ltda. Sao Paulo. 631 p. 2006.
- MANICA, I. **Fruticultura tropical**: 3. Mamão. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 276 p.
- MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A. Morfologia e biologia floral do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 134, p. 10-14, 1986.
- MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. S.; FULLIN, E. A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. 4 ed. Vitória: EMCAPA, 1995. 57p. (Circular Técnica, 3).

- MARINHO, C. S. **Avaliação do estado nutricional e adubação do mamoeiro (Carica papaya L.) no Norte Fluminense**. 1999. 80 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, RJ, 1999.
- MARTINS, D. S. Cochonilhas do mamoeiro: espécies, comportamento de infestação, parasitismo, plantas hospedeiras e controle químico e hidrotérmico. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S. (Eds.). **Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, p. 129-148, 2007.
- MATTOS, D. S. S. de; **Nematofauna associada ao cultivo comercial de mamoeiro e considerações sobre amostragem em campos infestados com *Meloidogyne* sp. E *Rotylenchulus* sp.** 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2006.
- MELO, A. C.; COSTA, C. X.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA JÚNIOR, C. D. Produção de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 4, p. 257-261, 2007.
- MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. de A. Fertirrigação na cultura do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. de F. S. da C. (Ed). **Manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, p. 43-61, 2007.
- MEDEIROS, E. V.; CARVALHO NETO, R. A. de; MENDONÇA, V.; JESUS, D. D. de; MELO, J. K. H.; ARAÚJO, F. A. R. de. Superfosfato triplo e substrato alternativo na produção de mudas de mamoeiro, **Bioscience Journal**, v. 25, n. 2, p. 55-62, 2009.
- MENEZES JUNIOR, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, E. F.; CAMPOS, V. B.; OLIVEIRA, A. P. de. Teores de micronutrientes nas folhas do mamoeiro e no solo tratado com biofertilizante bovino. **Resvista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v. 1, n. 3, p. 138-145, 2008.
- MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern, Switzerland: Lang Druck, 1987. 685 p.
- NAKASONE, H. Y. Papaya in: **Compendium of tropical fruit diseases**, The American Phytopathological society, p. 56-64, 1994.
- OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. S. S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C. Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado. Embrapa **Circular Técnica**, v. 69, p.1-5, 2004.
- OLIVEIRA, A. M. G. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**, Cruz das Almas, BA, Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.114-121. 2002 a.
- OLIVEIRA, M. A. B. de; VIANNI, R.; SOUZA, G.; ARAÚJO, T. M. R. Caracterização do estágio de maturação do papaia 'golden' da cor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 559-561, 2002 b.

- OLIVEIRA, P. R. A. **Efeito do fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de mamoeiro e mangabeira**. Lavras. 2000.184p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras.
- ONO, E. O.; GRANA JÚNIOR, J. F.; RODRIGUES, J. D. Reguladores vegetais na quebra da dominância apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 02, p. 348-350, 2004.
- PAULL, R. E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of hlved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n.1, p. 93-99, 1997.
- PERRY, C. C. Biosilicification – Structure, Regulation of Structure and Model Studies, in Silicon Chemistry: From the Atom to Extended Systems (eds P. Jutzi and U. Schubert), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany. doi: 10.1002/9783527610761.ch37, 2007.
- PINTO, R. M. de S.; DANTAS, J. L. L.; LIMA, J. F. de. Avaliação e caracterização agrônômica de germoplasma de mamão. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, 2001.
- POZZA, A. A. A.; ALVES, E.; POZZA, E. A. de; CARVALHO, J. G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P. T. G.; SANTOS, D. M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 185-188, 2004.
- PULZ, A. L.; CRUSCIOL, C. A. C.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência Solo**. v. 32, n. 4, p. 1651-1659, 2008.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343 p.
- RAMOS, L. A. **Reatividade de fontes de silício e sua eficiência na absorção e acumulação na cultura do arroz irrigado**. Uberlândia, 63 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Uberlândia, 2005.
- RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plant. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 58, n. 2, p. 179-207, 1983.
- REIS, T. H. P.; FIGUEIREDO, F. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; BOTREL, P. P.; RODRIGUES, C. R. Efeito da associação silício líquido solúvel com fungicida no controle fitossanitário do cafeeiro. (nota prévia), **Coffe Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 76-80, 2008.
- REIS, T. H. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; FIGUEIREDO, F. C.; POZZA, A. A. A.; NOGUEIRA, F. D.; RODRIGUES, C. R. **O silício na nutrição e defesa de plantas**. (Boletim técnico, 82). Belo Horizonte: Epamig, 2007. 124 p.
- ROCHA, R. H. C.; NASCIMENTO, S. R. C.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; SILVA, E. O. Qualidade pós-colheita do mamão Formosa armazenado sob

refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n. 3, p. 386-389, 2005.

RUGGIERO, C.; DURIGAN, J. F.; GOES, A. de; NATALE, W.; BENASSI, A. C. Panorama da cultura do mamão no Brasil e no mundo: situação atual e tendências. In: MARTINS, D. S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, p. 11-34, 2003.

SANTOS, D. M. dos. **Efeito do silício na intensidade da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) em mudas de Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2002. 43 p. Tese de Mestrado.

SANTOS, D. M.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J. G.; BOTELHO, C. E.; SOUZA, P. E. Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de doses e de fontes de silício. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 582-588, 2005.

SAVANT, N. K.; KORNDORFER, G. H.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E Silicon Nutrition and Sugarcane Production: A review. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 22, n.12, p. 1853-1903, 1999.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 58, p. 151-199, 1997.

SENTANIN, M. A.; AMAYA, D. B. R. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.1, p. 13-19, 2007.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.

SOBRINHO, R. R. L.; ARAÚJO, J. L.; RODRIGUES, T. M.; TREVISAN, D.; RODRIGUES, C. R.; FAQUIN, V. Crescimento da alface americana em solução nutritiva sob diferentes concentrações e formas de aplicação de silício. In: FERTBIO, 2004, Lages-SC, **Resumos...** Lages-SC, 2004.

SOUZA, G. de **Características físicas, químicas e sensoriais do fruto de cinco cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) produzidas em Macaé-RJ**. Campos dos Goytacazes, 1998. 87p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense.

SOUZA, L. M. de; FERREIRA, K. S. Características físicas na polpa dos frutos de mamão sadios e acometidos com manchas fisiológicas. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 18, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004. CD ROM.

SOUZA, L. F.; TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A. M. G. Calagem, exigências nutricionais e adubação. In: Trindade, A.V. (Org.) **Mamão. Produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 26- 34.

- TECNOBIOL S.A. FERTILIZANTES DO BRASIL. Departamento Técnico/Comercial. Boletim Técnico Ergofito. 5 p., 2005.
- TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P. da; SILVA, A. G. da; KORNDÖRFER, P. H. Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 562-568, 2008.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizer**. New York: Macmillan, p. 634, 1993.
- TRINDADE, A. V. Mamão produção. In: **Frutas do Brasil**, 3, 2000, Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2000.
- VALE, F. R. do; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. de. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: ESAL Gráfica Universitária, 1993. 171 p.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H. Controle de doenças em pós-colhita no mamão: estágio atual e perspectivas. **Summa Phytopatholica**, v. 28, p. 137-138, 2002.
- VIDHYASEKARAN, P. **Fungal pathogenesis in plant na crops – Molecular biology na host defense mechanisms**. New York: Marcel Dekker, Inc. 555 p. 1997.
- VIÉGAS, P. R. A.; SOBRAL, L. F.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; D'ARAUJO COUTO, F. A.; CARVALHO, E. X. Teores de nitrogênio em tecidos foliares associados à produção máxima de frutos de mamoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., 1998. Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA, 1998. P. 503.
- VILELA, H.; ANDRADE, R. A.; VILELA, D. Efeito de níveis de silicato sobre a correção de solo, rodução e valor nutritivo do capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum*) In: Simpósio Brasileiro sobre silício na agricultura, Botucatu, 2007. Resumos. P. 9-13.
- VITTI, G. C.; MALAVOLTA, E.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. do; MARIN, S. C. O. Nutrição e adubação do mamoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: UNESP/FCAV, 1989. p.121-159.
- WANG, S. Y.; GALLETA, G. J. Foliar application of potassium silicate inuces metabolic changes in strawberry plants, **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, p. 157-167, 1998.
- ZUCCARINI, P. Effects of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress, **Biologia Plantarum** v. 52, n. 1, p. 157-160, 2008.

CAPITULO II

Características químicas do solo e desenvolvimento do mamoeiro após adubação com fontes de silício

Ana C. N. dos Santos¹, Abel W. de Albuquerque², Alonso P. de Farias³, Josué F. Silva Junior⁴ & Maria A. C. de Lima⁵.

Resumo: No solo, o silício (Si) pode melhorar a disponibilidade de outros nutrientes, incrementando, assim, a produção agrícola de muitas culturas comerciais. O presente trabalho foi instalado no Setor de Fruticultura do Instituto Federal de Alagoas – IF-AL, no município de Satuba-AL, em delineamento em blocos casualizados, em fatorial fonte de Si e idade da planta, para avaliar o efeito de fontes de silício nos atributos químicos do solo, no desenvolvimento e na produção do mamoeiro. Utilizou-se três fontes de Si (Rocksil, MB4 e cinzas de cana) associadas à adubação organomineral e o controle apenas com adubação organomineral. Foram avaliados pH, Al, H+Al, P, K, matéria orgânica, Ca+Mg, Na, soma de base (S), capacidade de troca catiônica (T), saturação de base (V) e teor de Si do solo; altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, número de flores, altura do primeiro fruto, peso médio, comprimento e diâmetro do fruto e produção. O MB4 foi a fonte mais eficiente quanto a capacidade de fornecer Si ao solo. A cinza de cana e o MB4 contribuíram para a manutenção do pH do solo, da V e menor H+Al. O MB4 resultou nas menores alturas do mamoeiro ‘Sunrise Solo’. O Rocksil foi a fonte que contribuiu para o aumento da produção do mamoeiro ‘Sunrise Solo’.

Palavras-chave: *Carica papaya*, nutrição, produção

¹Bióloga, Msc. em Produção Vegetal, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL. Email: acns7@yahoo.com.br

²Prof. Dr., Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL

³ Prof. Msc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas - Campus Satuba. Rua 17 de Agosto, s/n, Zona Rural, Satuba - AL, CEP: 57120-000. E-mail: eafsatuba@gmail.com

⁴Eng. Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem pela Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Câmpus de Botucatu, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP: 18610-307, e-mail: josue_ferreira@fca.unesp.br.

⁵Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora, Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Caixa postal 23, 56.302-970, Petrolina, PE. E-mail: maclima@cpatsa.embrapa.br

Chemical characteristics of the soil and papaya tree development after silicon sources fertilization

Abstracts: In the soil, the silicon (Si) can improve the readiness of other nutrients, increasing the yield of many commercial crops. The present work was installed in the Section of Horticulture of the Federal Institute of Alagoas - IF-AL, in Satuba county, AL, in a experimental desing in randomized blocks, in a factorial 4 x 5 (Si sources x age of the plant) to evaluate the effect of silicon sources on chemical attributes of the soil, on plant development and production of papaya tree. It was used three silicon sources (Rocksil, MB4 and cane ashes) associated with organic mineral fertilizer and the control that corresponded to a organic mineral fertilization only. pH, Al, H+Al, P, K, organic matter, Ca+Mg, Na, base saturation (S), Cation exchange capacity (T), saturation of bases (V) and silicon content of the soil; plant height; stem diameter; number of leaves; number of flowers; height of the first fruit; medium weight; fruit length and fruit diameter and production were evaluated. MB4 was the most efficient source as supplier of silicon to the soil. The cane ash and MB4 contributed to the maintenance of pH of the soil, V and lower H+Al. MB4 resulted in the lower heights of 'Sunrise Solo' papaya tree. Rocksil was the source that contributed to the increase of the production of the papaya tree ' Sunrise Solo.

Keywords: *Carica papaya*, fertilization, production

2. INTRODUÇÃO

Mesmo apresentando grande importância no agronegócio brasileiro, pesquisas envolvendo o comportamento e as exigências nutricionais do mamoeiro evidenciam a necessidade de se desenvolver mais trabalhos com a cultura, utilizando fontes minerais e orgânicas de fertilização do solo (Brito Neto et al., 2010).

Para Silva et al. (2010), informações referentes ao crescimento vegetativo do mamoeiro e as relações entre essa fase e o padrão de qualidade dos frutos ainda são poucas e as características fenotípicas, como altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas, são importantes indicativos do desenvolvimento da lavoura. Yamanishi et al. (2006), trabalhando com duas cultivares de mamoeiro, mostraram a grande utilidade dessas características na avaliação do comportamento do mamoeiro no oeste da Bahia.

Por ser uma planta de crescimento, florescimento e frutificação contínuos, é constante a demanda por nutrientes (Araújo, 2007). Dessa maneira, para atender as exigências nutricionais da cultura, o solo deve disponibilizar os nutrientes para que a planta possa absorvê-los e assim garantir um bom desenvolvimento da cultura.

Na agricultura, o silício (Si) já é estudado desde meados do século XIX com o objetivo de observar os efeitos no crescimento das plantas, sugerindo seu uso como fertilizante. Países como o Japão, China, Estados Unidos, Austrália e África do Sul utilizam os silicatados na agricultura há décadas (Gomes, 2008).

O Si apresenta-se como uma alternativa que poderá contribuir no desenvolvimento do mamoeiro durante todo o ciclo vegetativo, uma vez que, sendo considerado um elemento benéfico, melhora a absorção e aproveitamento de nutrientes e aumenta a resistência a ataques de pragas e doenças (Epstein, 1999; Costa et al, 2009; Gomes et al., 2009;). Estes benefícios contribuem para o incremento da produtividade em muitas culturas, tais como plantas de feijoeiro (Ma et al., 2001), do arroz e da soja (Epstein, 1999). Além de contribuir para a redução da contaminação do solo (Accioly et al., 2009), por meio da redução no uso de defensivos agrícolas convencionais.

A importância da adubação com silício vem sendo demonstrada pela eficiência no controle de várias doenças, principalmente na cultura do arroz, sendo este um dos fatores que interferem no aumento da produtividade desta cultura (Ramos, 2005). O mecanismo de resistência a doenças é atribuído à associação do silício com constituintes

da parede celular, tornando-as menos acessíveis às enzimas de degradação (Barbosa Filho et al., 2000).

Inicialmente, os estudos com silício eram mais voltados para gramíneas, por estas serem acumuladoras do elemento e desenvolverem uma barreira física à penetração de patógenos. No entanto, novas teorias sobre indução de resistência levaram alguns pesquisadores a estudar o silício em plantas não acumuladoras, como as dicotiledôneas (Pozza et al., 2004).

Para o mamoeiro, os efeitos do silício sobre seu desenvolvimento vegetativo ainda são pouco estudados. Além disso, o cultivo do mamoeiro tem sido feito de maneira convencional, por meio da adubação mineral via solo, utilizando-se predominantemente fertilizantes sintéticos. Entretanto, a partir do início das duas últimas décadas, tem-se registrado no mundo todo, aumento da aplicação de insumos naturais (Mesquita et al., 2010), objetivando-se a produção de alimentos com menor uso de insumos sintéticos e reduzindo os impactos ambientais causados pelo uso excessivo desses adubos, deve ser incorporada aos diferentes sistemas produtivos. Neste sentido o uso de fontes naturais de Si em algumas culturas precisa ser mais bem exploração.

Portanto, neste estudo, objetivou-se avaliar o efeito da adubação com diferentes fontes de silício sobre as características químicas do solo e o desenvolvimento do mamoeiro ‘Sunrise Solo’ cultivado no estado de Alagoas.

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no Setor de Fruticultura do Instituto Federal de Alagoas – IF-AL, no município de Satuba-AL (Figura 1). As coordenadas geográficas da área são latitude de 9° 39', longitude de 35° 49' e altitude de 10 m acima do nível do mar. Os dados climáticos durante a condução do experimento, de 28 de maio 2009 a 06 de junho de 2010, estão descritos na figura 2. O solo da localização do experimento foi classificado como Argissolo Amarelo A moderado, textura arenosa/argilosa, cujas características químicas estão apresentadas na Tabela 1.

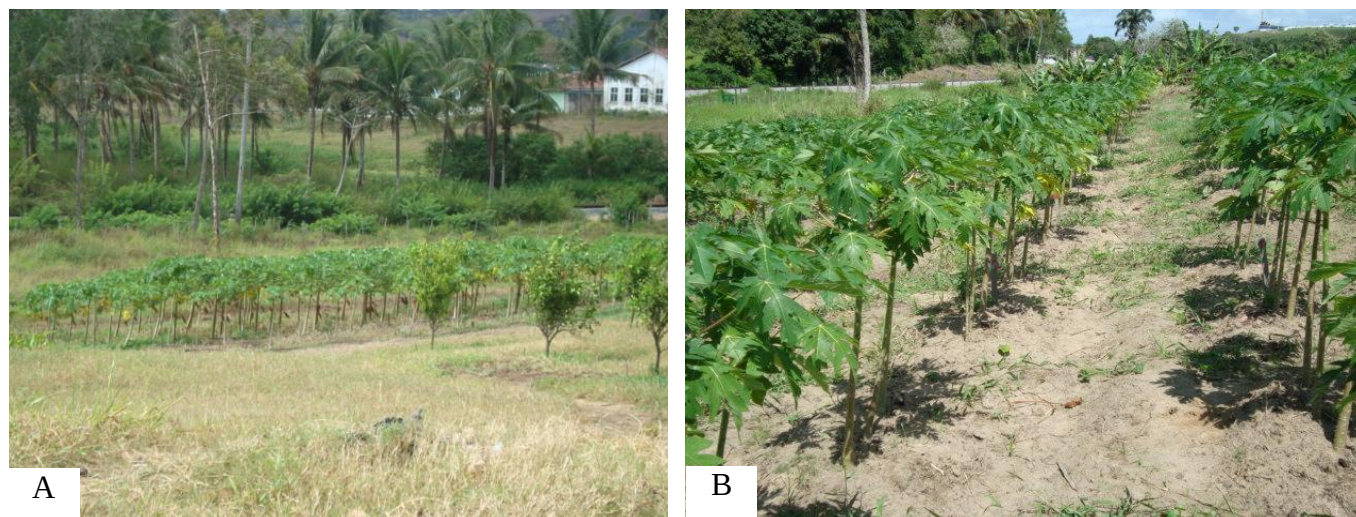


Figura 1 – Área experimental cultivada com mamoeiro ‘Sunrise Solo’ no Instituto Federal de Alagoas – IF-AL (no período de 28 de maio 2009 a 06 de junho de 2010).

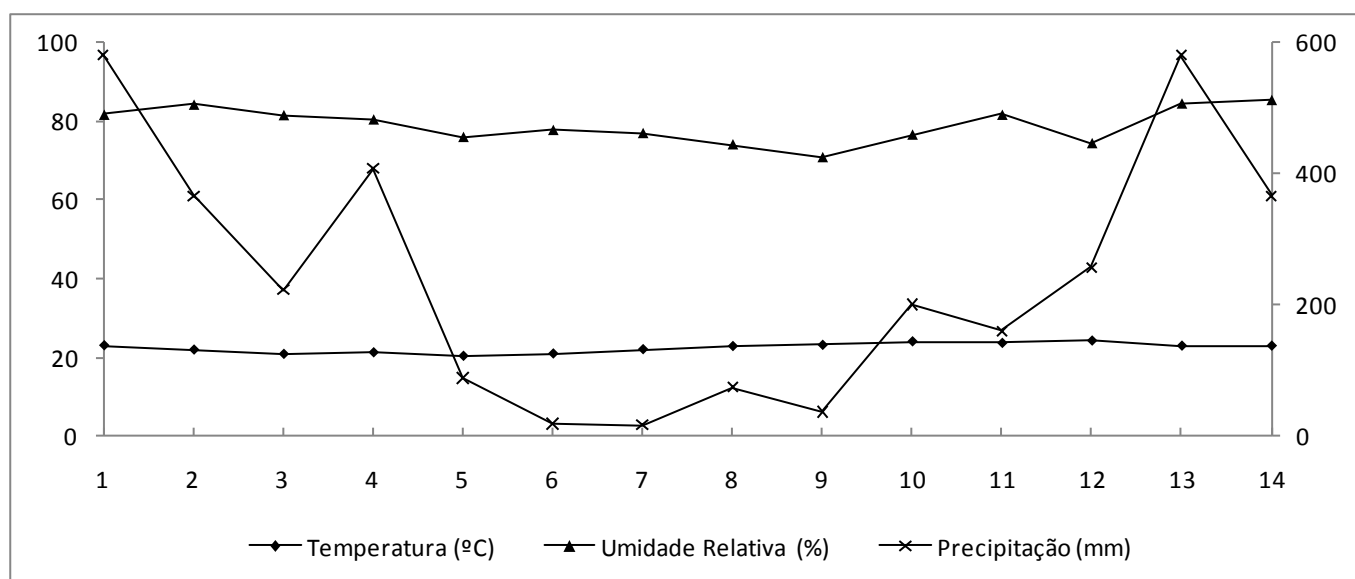


Figura 2 – Temperatura, Umidade relativa e precipitação pluviométrica da área experimental, no Instituto Federal de Alagoas – IF-AL (no período de maio 2009 a junho de 2010). Fonte: SEMARHN – AL, 2010.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental antes da implantação da cultura do mamão ‘Sunrise Solo’

	Profundidade (0-10 cm)	Profundidade (10-20 cm)
pH em H ₂ O (1:2,5)	5,7	5,6
M. O. (g.Kg ⁻¹)	23	16
P (mg.dm ⁻³)	62	49
K (mg.dm ⁻³)	81	63
Na (mg.dm ⁻³)	47	39
Al (cmol.dm ⁻³)	0,5	0,9
H+Al (cmol.dm ⁻³)	1,8	2,1
Ca+Mg (cmol.dm ⁻³)	5,3	4,2
S (cmol.dm ⁻³)	5,4	4,3
CTC (cmol.dm ⁻³)	7,2	6,4
V (%)	75	67

2.1.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco repetições, composta cada parcela por duas plantas. Os tratamentos foram constituídos de três fontes de silício (correspondendo cada uma à dose de 500 mg de Si por planta) associadas à adubação organomineral, com formulação 08 -14 - 08, sendo utilizados os adubos químicos sulfato de amônio, superfosfato simples e o cloreto de potássio como fontes de N, P (P_2O_5) e K (K_2O), respectivamente, e 12 L m^{-2} de esterco de gado (Figura 3). Duzentos gramas da mistura foi utilizado para adubação de fundação, distribuídas a lanço nas parcelas. A mesma dose e formulação foi repetida após 90 dias. Após essa fase, a adubação mineral foi realizada quinzenalmente com 30 g de sulfato de amônio e 50 g de cloreto de potássio. Os tratamentos testados foram: controle, que recebeu apenas a adubação organomineral; 114 g de MB4 + adubação organomineral; 114 g de Rocksil + adubação organomineral; 54 g de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar + adubação organomineral.

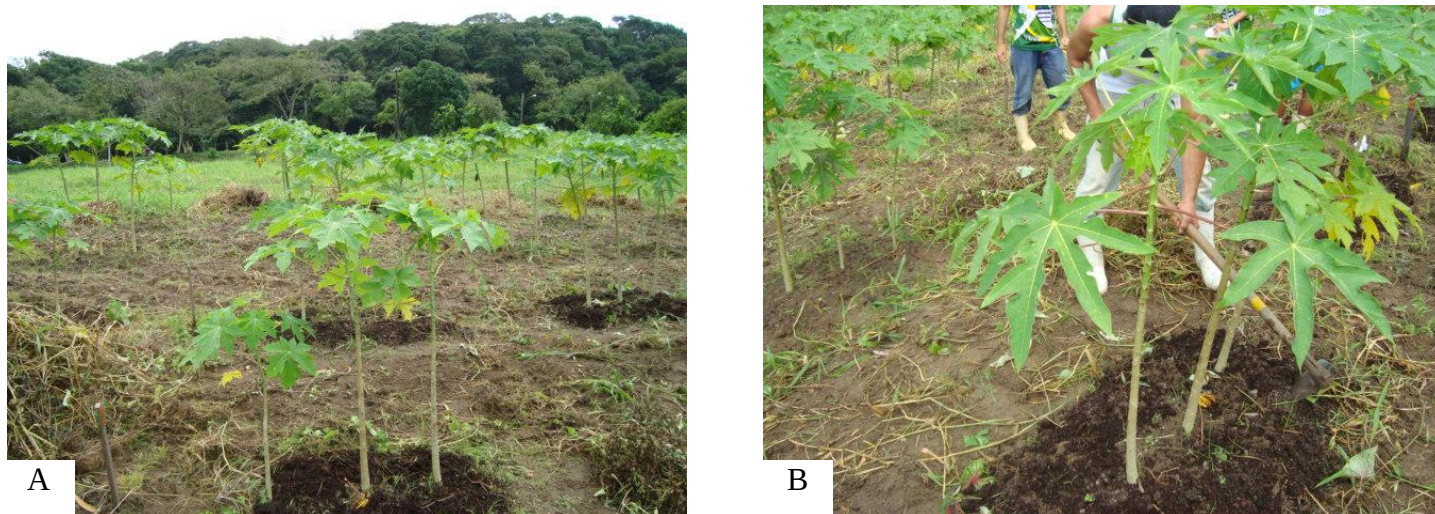


Figura 3- Adubação com as fontes de silício mais organomineral de mudas de mamoeiro ‘Sunrise Solo’, em área experimental.

Tabela 2 – Análise mineralógica das fontes de silício utilizadas no experimento

Fontes	SiO ₂ (%)	S (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	P ₂ O ₅ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O
MB4	17,0	0,18	5,9	0,074	6,9	0,075	7,1	0,8
Rocksil	17,4	9,8	1,3	0,18	0,16	0,10	20,6	-
Cinzas de cana	55,0	-	0,96	0,08	6,1	0,40	-	0,7

2.1.3 Instalação e condução do experimento

As sementes de mamão cultivar ‘Sunrise Solo’ foram distribuídas em sacolas de polietileno (três sementes por sacola), sendo cultivadas em casa de vegetação. O substrato utilizado foi terra vegetal, esterco de gado e barro vermelho (argila) na proporção 2:1:0,25; além de superfosfato simples (1 kg m^{-3}).

O sistema de plantio utilizado foi o de fileiras simples, no espaçamento $2 \times 2 \text{ m}$ entre parcelas. Foram utilizadas seis mudas de mamoeiro por parcela para fazer a sexagem (Figura 4A). Para efeito, quatro plantas foram eliminadas, permanecendo duas plantas com flores hermafroditas (Figura 4B) e mais vigorosas. Os tratos culturais referentes ao controle de plantas daninhas e irrigação foram realizados conforme as recomendações do sistema de produção comercial para mamoeiro.

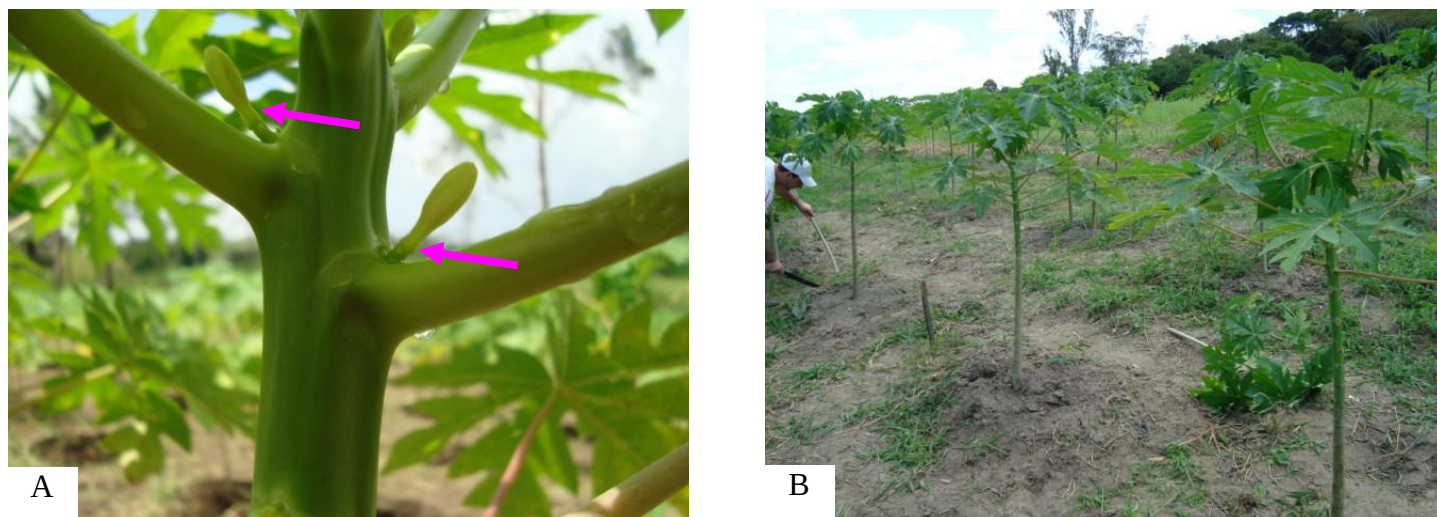


Figura 4 - Sexagem, identificação das flores hermafroditas (A) e desbaste (B) após 116 dias de plantio (DAT) do mamoeiro ‘Sunrise Solo’, em área experimental do setor de fruticultura do Instituto Federal de Alagoas, Satuba-AL.

De início, as adubações foram realizadas trimestralmente, no entanto, após o desbaste, ocorrido com o início da floração, a adubação foi fracionada em intervalos mais freqüentes para permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos. A cada 45 dias, foi realizada a adubação com as fontes de silício mais a orgânica e intervalos de 15 dias para a adubação mineral, sendo distribuídas a lanço nas parcelas.

Com os intervalos mais freqüentes, as dosagens foram reduzidas à metade em cada aplicação para as fontes de silício: MB4 (57 g), Rocksil (57 g) e cinzas de bagaço de cana-de-açúcar (27 g). A adubação orgânica compreendeu 6 L m^{-2} na parcela.

No mês de outubro aos 146 DAT, foi instalado o sistema de irrigação na forma de gotejamento com vazão de 45 L h^{-1} , distribuídos em um emissor em cada planta. A irrigação foi realizada todos os dias com duração de 40 minutos.

2.1.4 Características químicas do solo

Antes da implantação do pomar, foram coletadas amostras do solo na profundidade de 10 e 20 cm e, no final do experimento, em cada parcela, a 30 cm do caule da planta, utilizando uma sonda metálica. Nessas amostras, foram realizadas determinações de pH em H_2O , P, K, Na, Ca + Mg, Al, H + Al, CTC, S, V e matéria orgânica (M.O.) (EMBRAPA, 1999), no laboratório de solos da UFAL. Foram enviadas amostras do solo ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, para determinação da concentração de silício.

2.1.5 Avaliação dos componentes biométricos

Os componentes biométricos foram acompanhados bimestralmente por meio de determinações de altura de planta, utilizando fita métrica e considerando a distância entre a superfície do solo (colo) e a gema apical de cada planta; número de folhas, por contagem daquelas folhas completamente formadas e sem sinais severos de senescência sendo avaliado aos 76, 146, 208, 270 e 327 DAT; diâmetro caulinar, obtido por meio de paquímetro digital, sendo medido a uma altura de 130 cm em relação ao colo da planta; número de flores, por meio de contagem das mesmas, iniciando-se após a sexagem, considerando apenas as flores normais e contando-se a partir da primeira flor marcada e a última flor aberta ou em antese no dia da avaliação; avaliando-se aos 175, 238, 297 e 360 DAT. Foram avaliados ainda: altura do primeiro fruto, obtida com fita métrica, a partir da distância entre a superfície do solo e o primeiro fruto desenvolvido; peso médio, obtido em balança semi-analítica, considerando o padrão comercial, com massa igual ou superior a 200 g; comprimento e diâmetro dos frutos, obtido por meio de paquímetro digital, sendo utilizados 10 frutos por repetição de cada tratamento e produção, a partir da soma total dos frutos viáveis, com massa igual ou superior a 300 g, em cada planta da parcela.

2.1.6 Análise estatística

Os dados da avaliação química do solo foram submetidos a análise de variância. Quando os resultados foram significativos em relação aos tratamentos, utilizou-se o

teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação de médias. Os dados dos componentes biométricos também foram submetidos a análise de variância, em fatorial 4×5 ou 4×4 (fonte de silício x idade da planta). Quando os resultados foram significativos em relação aos tratamentos fontes de silício, utilizou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$). Quando houve efeito significativo em relação aos dias após transplântio (DAT), utilizou-se regressão polinomial, admitindo-se equação de até 3º grau e $R^2 > 0,70$, para as variáveis altura da planta e número de folhas, e até 2º grau e $R^2 > 0,70$ para as variáveis diâmetro do caule e número de flores, em razão do menor número de datas de avaliação nestas duas últimas variáveis.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1 Produção

Apesar das poucas diferenças entre os tratamentos no desenvolvimento vegetativo do mamoeiro, foi observado efeito significativo sobre a produção da cv. ‘Sunrise Solo’ (Tabela 3). A aplicação da fonte Rocksil resultou em maior produção enquanto que o controle e as cinzas de cana resultaram nas menores médias. A fonte MB4 não diferiu dos demais tratamentos. Resultados de aumento de produção pela aplicação de silício foram observados em cana-de-açúcar (Madeiros et al., 2008), em arroz (Carvalho-Pupatto et al., 2004) e milho (Souza et al. 2010).

Tabela 3 - Produção, peso dos frutos, altura de planta e altura do primeiro fruto de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ cultivado com diferentes fontes de silício, no estado de Alagoas.

Fonte de silício	Produção (Kg ha ⁻¹)	Peso dos frutos (g)	Altura da planta (cm)	Altura do 1º fruto (cm)
Controle	25.002,5 b	404,8	165,27 a	124,3
MB4	26.040,0 ab	423,8	159,12 b	122,2
Rocksil	31.538,5 a	440,2	164,46 a	121,4
Cinzas de cana	23.556,5 b	407,8	163,56 ab	131,2
CV	11,3%	11,9%	4,1%	7,22%

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

É importante ressaltar que ocorreram sintomas do mosaico (mancha anelar) em todos os tratamentos, o que influenciou negativamente a produção, por se tratar de uma das viroses mais prejudiciais para o mamoeiro. Registrou-se também a incidência de lesões causadas pela varíola. Os danos causados por estas doenças podem ter limitado o potencial produtivo das plantas sob ação dos tratamentos testados, mesmo tendo sido observadas diferenças entre eles. Destacando-se que a intensificação dos danos ocorreu na fase final das avaliações, coincidindo com a elevação da precipitação pluviométrica que pode proporcionar as condições necessárias para o desenvolvimento de patógenos, no caso específico da varíola.

Portanto, o efeito do Si sobre a produção do mamoeiro, pode estar relacionado à ativação de defesas químicas e bioquímicas da planta (Rodrigues et al., 2001; Bélanger & Menzies, 2003). Pratisoli et al. (2007) demonstraram que a aplicação foliar de fertilizante organomineral e Rocksil reduziu a incidência e principalmente a severidade da varíola do mamoeiro.

Essa resposta sugere que, embora a cultura, como a maioria das dicotiledôneas, não seja acumuladora de Si (Ma et al. 2001), pode apresentar respostas positivas à aplicação

do micronutriente, semelhantemente ao que ocorre com a cultura do eucalipto (Carvalho et al., 2003). Vichiato et al. (2007) observaram que a adição de doses crescentes de silício ao substrato de mudas de mamoeiro ‘Improved Sunrise Solo’ aumentou a espessura adaxial e a espessura total das folhas. A resposta sugere a provável indução de mecanismo de defesa da planta a estresses.

A composição mineralógica das fontes de Si foi outro fator que pode ter contribuído para esse resultado, dentre as fontes estudadas o Rocksil apresentou maior concentração de S (Tabela 2), nutriente que desempenha na planta funções que determinam aumentos na produção e qualidade do fruto, favorecendo a atividade de enzimas anabólicas, com conseqüente acúmulo de carboidratos e proteínas (Oliveira et al., 2004).

A média de produção por hectare, na área experimental, ficou abaixo da média no estado de Alagoas que, em 2009, foi de 39, 09 t ha⁻¹ (IBGE, 2009). Essa resposta pode ter sido conseqüência das doenças que atingiram o pomar durante o estudo, ressaltando que não foi realizado nenhum tratamento fitossanitário na área durante condução do experimento. Além disso, os dados obtidos correspondem ao início de produção da área, esperando-se maiores valores a partir do segundo ciclo produtivo, como ocorre com a maioria das culturas.

2.2.2 Peso médio dos frutos

O peso médio dos frutos variou entre 404,8 e 440,2 g (Tabela 3), concordando com os resultados encontrados por Marinho et al. (2008), que, avaliando lâminas de irrigação e doses de potássio em mamão ‘Golden’, observou peso médio de 404 g. Os resultados de peso médio dos frutos observados no presente estudo foram, porém, abaixo do encontrado por Rodolfo Junior et al. (2007) para a mesma cultivar, no entanto o valor está dentro do padrão de aceitação dos mercados interno e externo, uma vez que cada país tem exigências diferentes quanto ao peso e ao tamanho dos frutos (Balbino; Costa, 2003).

O ambiente tem marcante influência na expressão dessa variável. Frutos colhidos no período de frio apresentam maiores pesos médios. De acordo com Oliveira et al. (2004), quando há aumento da temperatura, os frutos entram em processo de amadurecimento rápido, podendo proporcionar maiores colheitas. Berilli et al. (2007) também relacionaram o crescimento e desenvolvimento do fruto do mamoeiro com a temperatura. Estes autores observaram que temperaturas mensais elevadas aceleram o desenvolvimento dos frutos, antecipando a maturação dos mesmos.

Fiori (2006), estudando o comportamento de cultivares de tomateiro em função de doses de escórias siderúrgicas como fontes de silício, demonstrou que existe relação linear e crescente para o aumento de peso total de frutos e o aumento na dose das escórias. Contudo, como neste estudo não se avaliou doses, mas sim o efeito das fontes de silício, é possível que a quantidade fornecida tenha sido suficiente para proporcionar peso adequado à comercialização dos frutos.

É importante ressaltar que mesmo não havendo diferença estatística para essa variável, a fonte Rocksil apresentou as maiores médias de peso, o que pode ter contribuído para o incremento da produção neste tratamento.

2.2.3 Altura da planta

Apesar de diferir estatisticamente, os valores para altura da planta foram muito próximos (Tabela 3). As maiores médias foram observadas nas plantas do tratamento controle e nas que receberam Rocksil como fonte de Si. As plantas adubadas com o MB4 tiveram menor altura. Vale ressaltar que, para o mamoeiro, a busca por plantas com menores alturas torna-se fundamental por resultar em maiores facilidades no processo de colheita. Porém, fatores ambientais, como sombreamento das plantas, interferem na altura do mamoeiro (Canesin et al., 2003).

Resultados obtidos por Vichiato et al. (2007), estudando o efeito da adição de doses de silício no crescimento de mudas de mamoeiro demonstraram que o elemento teve influência apenas na espessura da epiderme adaxial e da espessura total das folhas, não sendo observados ganhos na altura das plantas, sugerindo, assim, o pequeno papel metabólico do Si à espécie *Carica papaya*; o que foi constatado nesse estudo, pois mesmo apresentando diferenças estatísticas entre os tratamentos, os valores máximos e mínimos, para esta variável, foram próximos.

Dentre os benefícios proporcionados pela adubação com silício, destaca-se sua influência positiva no crescimento e desenvolvimento das plantas (Ma et al., 2001). Contudo, para o mamoeiro, a baixa estatura é que se constitui numa interessante característica agrônômica, pois o crescimento em altura é um dos principais problemas no campo, dificultando o acesso ao fruto no momento da colheita (Silva et al., 2010).

Em milho, a aplicação de silício não afetou a altura das plantas, mas aumentou o diâmetro do caule (Neri, 2006). Resultado semelhante foi obtido por Orioli Júnior et al., (2008), estudando a aplicação de silício em duas cultivares de trigo.

No período estudado, o crescimento em altura pode ser descrito como linear (Figura 5). Os dados de altura das plantas em função dos dias após transplantio indicam que aos 327 DAT, as plantas apresentaram média aproximada de 239,33 cm. Aos 166 DAT, ao início da produção dos frutos, a altura aproximada foi de 140 cm.

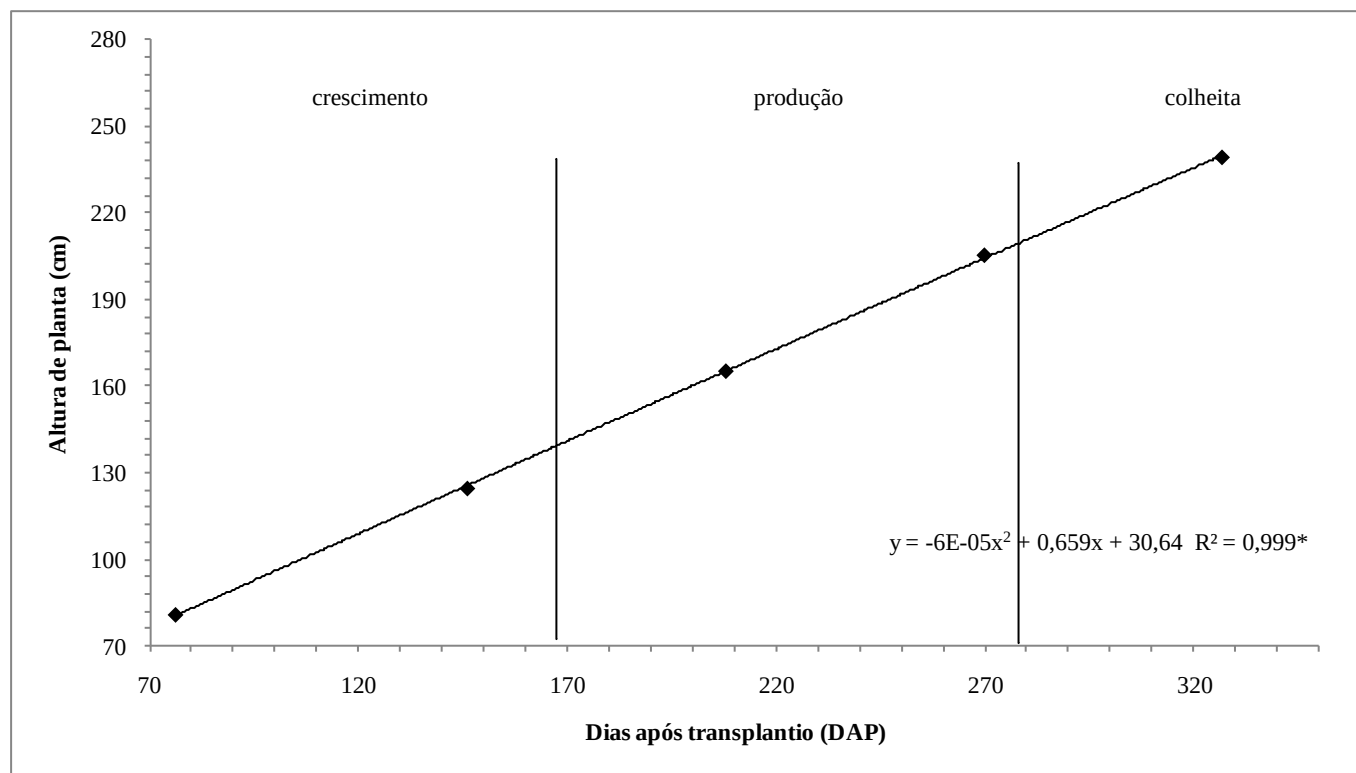


Figura 5 – Altura de planta de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ cultivado no estado de Alagoas em função do número de dias após transplantio (DAT).

Estes valores estão acima dos encontrados por Silva et al. (2010), para a cultivar ‘Golden’, em que o início da produção ocorreu aos 135 DAT, quando a planta alcançou 125 cm de altura. Contudo, Silva (2009), estudando as fases do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do mamão ‘Golden’, observou uma resposta de início de produção bem próxima às encontradas neste trabalho, aos 160 DAT, porém as plantas apresentaram altura superior, 190 cm.

2.2.4 Altura de frutificação (inserção do 1º fruto)

Os tratamentos comportaram-se de forma semelhante com relação à variável altura de frutificação (Tabela 3). As médias obtidas ficaram acima daquelas desejáveis para mamoeiro, que é em torno de 60 a 70 cm para a cultivar ‘Sunrise Solo’ (Martins &

Costa 2003). A redução da altura de inserção do primeiro fruto é de grande importância econômica porque permite maior longevidade de colheita e conseqüentemente maior produção por planta, permitindo a exploração de ciclos mais avançados do mamoeiro (Dantas & Lima, 2001).

Segundo Costa & Pavoca (2003), a precocidade do estágio reprodutivo está diretamente associada à altura das primeiras florações. Além disso, apresenta correlações positivas e significativas com a altura da planta aos seis e 12 meses de idade (Dória et al., 1998). Portanto, para esta variável, as plantas desse experimento não apresentaram características comerciais desejáveis, uma vez que a baixa posição dos frutos facilitaria o processo de colheita durante períodos mais prolongados.

2.2.5 Comprimento e diâmetro do fruto

Não houve diferença estatística quanto ao comprimento e diâmetro dos frutos em relação aos tratamentos (Tabela 4). Os valores encontrados para esta variável corroboram com Marinho et al. (2008), que obteve 135,9 e 83,7 mm para comprimento e diâmetro de mamão ‘Golden’, respectivamente. Para a cultivar ‘Sunrise Solo’, Fonseca (2001) relatou valores de 134,3 mm de comprimento e 76,1 mm de diâmetro, estando abaixo das médias obtidas neste trabalho (Tabela 4). Porém, Mesquita et al. (2007) observou médias de diâmetro superiores, variando de 92 a 97 mm em frutos de plantas submetidas a adubação com biofertilizantes.

Tabela 4 – Comprimento e diâmetro de mamão ‘Sunrise Solo’ adubado com diferentes fontes de silício, no estado de Alagoas.

Fonte de silício	Comprimento do fruto (mm)	Diâmetro do fruto (mm)
Controle	134,3	85,8
MB4	137,9	89,8
Rocksil	141,8	86,9
Cinzas de cana-de-açúcar	140,1	83,2
CV	6,81%	6,71%

Berilli et al. (2007) sugerem que períodos mais quentes durante a fase de desenvolvimento do mamoeiro, favorecem a ocorrência de frutos com maiores comprimentos e com diâmetros menores. Silva et al. (2007) afirmaram que as menores dimensões podem estar relacionadas a elevações de temperaturas, que resulta na aceleração do desenvolvimento do fruto, ocasionando o precoce alcance da maturação e fazendo-os atingir seu estágio de colheita em menor tempo.

2.2.6 Diâmetro do caule

O silício é um mineral que, depois de absorvido pelas plantas, polimeriza-se e acumula na parede celular da epiderme (Jarvis, 1987) e dos tecidos de suporte e sustentação, fortalecendo significativamente a estrutura da planta decorrente do fortalecimento do caule (Plucknett, 1971). Contudo, contrariando as expectativas de que o silício promove incremento no diâmetro do caule das plantas, não houve diferenças estatísticas em plantas de mamoeiro 'Sunrise Solo', entre o controle e os demais tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5 – Diâmetro do caule, número de folhas e número de flores de mamoeiro 'Sunrise Solo' cultivado com diferentes fontes de silício.

Fonte de silício	Diâmetro do caule (mm)	Nº de folhas (planta ⁻¹)	Nº de flores (planta ⁻¹)
Controle	70,1	24,53	15,0
MB4	69,7	23,92	13,9
Rocksil	69,9	24,30	15,0
Cinzas de cana-de-açúcar	67,4	24,46	15,7
CV	7,0%	8,5%	26,6%

Em plantas de milho, que responde bem a adubação silicatada, pesquisas recentes têm mostrado incremento significativo para essa variável (Neri et al., 2009). O incremento observado nos mamoeiros ocorreu apenas com o aumento do número de dias após o transplântio, tornando-se mais lento com a proximidade da colheita (Figura 6). Esta é uma variável agrônômica de particular importância, por existir uma estreita correlação entre diâmetro do caule e produção de frutos de mamoeiro (Marin et al., 2003). Silva et al (2007) também sugerem que maior diâmetro do caule em mamoeiro pode resultar em plantas mais produtivas, considerando a alta correlação entre essas variáveis (0,84).

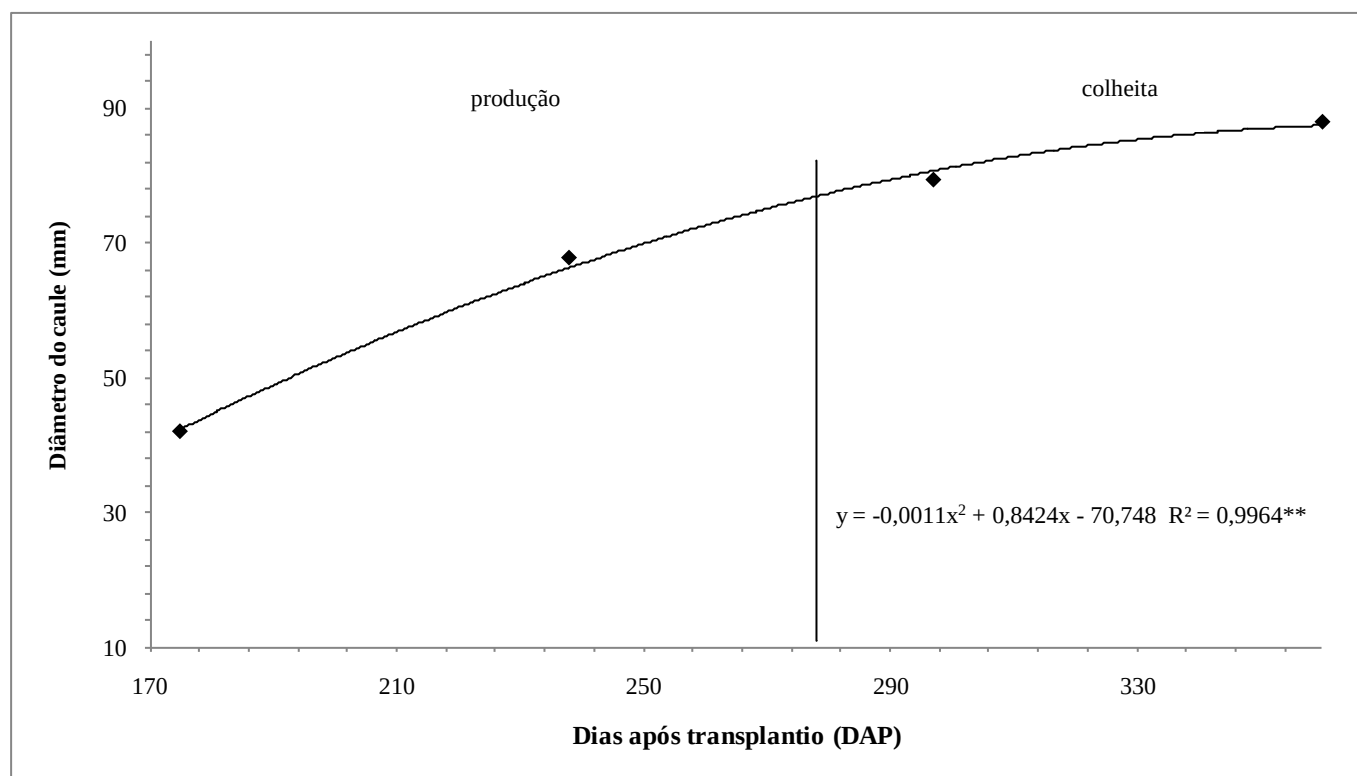


Figura 6 – Diâmetro do caule de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ cultivado no estado de Alagoas, em função do número de dias após transplante (DAT).

2.2.7 Número de folhas

Para a variável número de folhas, também não foi observado efeito ativo da aplicação das fontes de Si (Tabela 5). Contudo, em estudos com orquídeas, a aplicação foliar de duas fontes de silício, sendo silicato de sódio e supla de potássio, resultou em maior número de folhas para a segunda fonte, em todas as doses testadas, e que o acréscimo de qualquer dose de silicato de sódio provocou diminuição do número de folhas (Soares et al., 2008). A redução do número de folhas nas plantas que receberam adubação com silício é um mecanismo para redução da taxa de transpiração. Epstein (1999) relatou que plantas adubadas com silício, por causa da deposição e polimerização deste elemento sobre a parede celular, reduzem a transpiração e, com isso, aumentam a resistência, principalmente em condições de estresse hídrico.

Durante o período de avaliações, foi observado acréscimo no número de folhas até os 270 DAT com redução aos 320 DAT (Figura 6). Os maiores valores para a variável número de folhas foram alcançados no início do período de colheita (Figura 7), indicando, portanto, nessa fase, uma eficiência no recobrimento foliar das plantas, e

oferecendo, dessa maneira, maior sombreamento aos frutos, o que impede a incidência solar direta e diminui a ocorrência de desordens fisiológicas.

Ao final das avaliações era possível visualizar o aumento na severidade principalmente da mancha anelar nas plantas (Figura 8). Isso pode ter afetado de forma negativa a resposta dessa variável já que esta doença afeta profundamente o desenvolvimento das folhas.

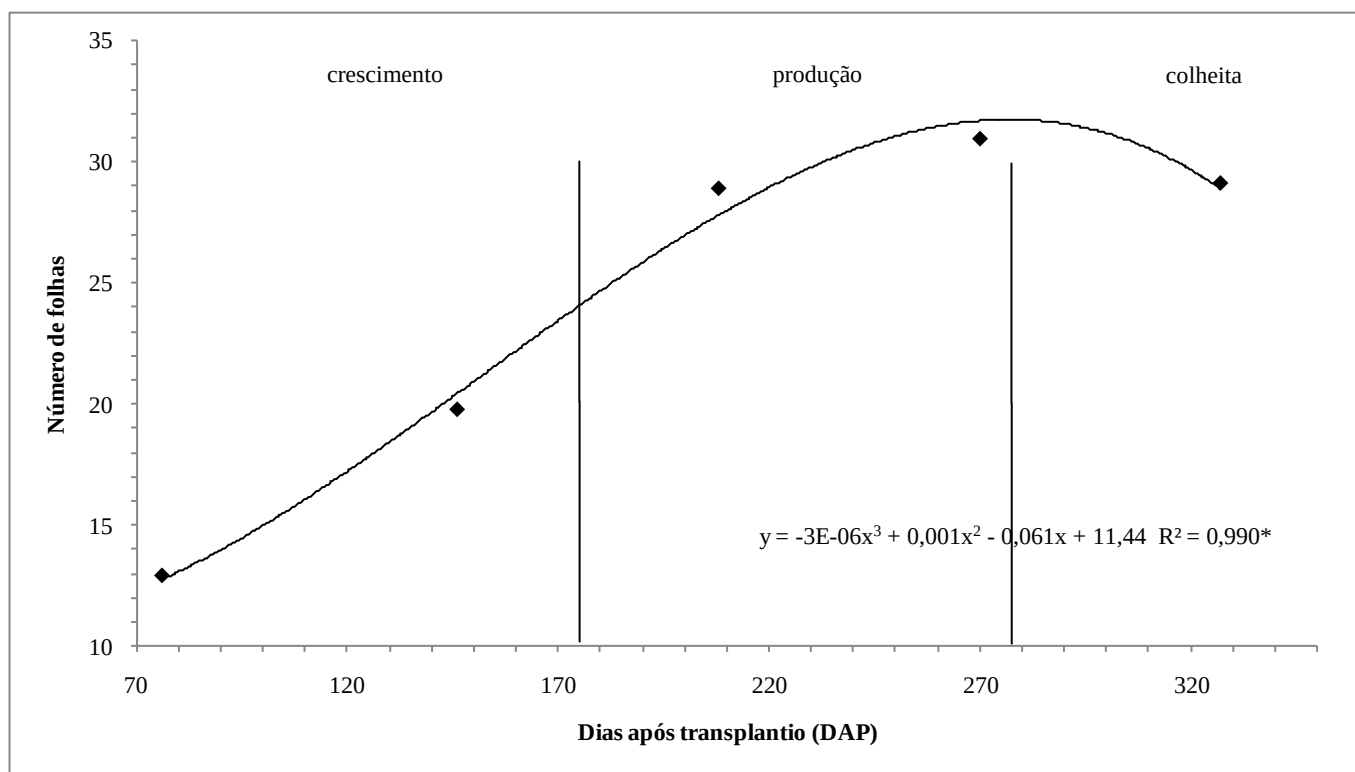


Figura 7 – Número de folhas de mamoeiro 'Sunrise Solo' cultivado no estado de Alagoas, em função do número de dias após transplante (DAT).

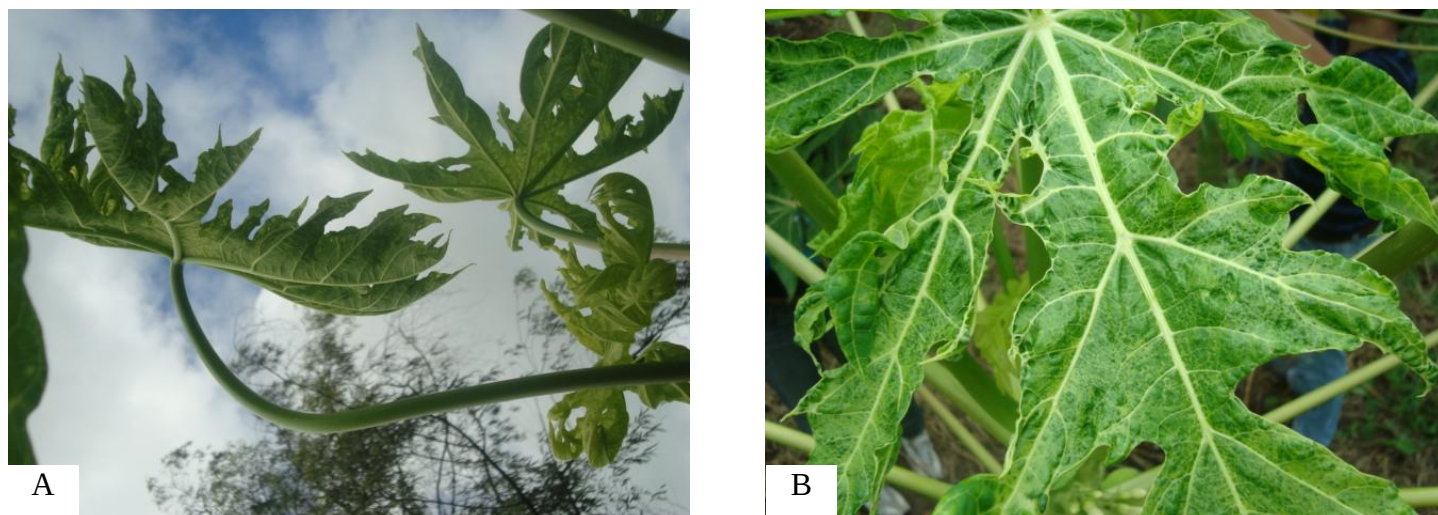


Figura 8 – Folhas de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ apresentando sintomas da mancha anelar

Variáveis como número de folhas e diâmetro do caule podem indicar o status de vitalidade das plantas (Silva et al.; 2010). Segundo Ueno et al. (2002), plantas de mamoeiro mais vigorosas, com maior enfolhamento e tronco de maior diâmetro dentro de uma mesma área, podem apresentar menor intensidade de distúrbios fisiológicos a exemplo da mancha fisiológica.

2.2.8 Número de flores

Conforme os resultados de número de folhas e diâmetro do caule, o número de flores também não foi influenciado pela adubação com silício (Tabela 5). Durante o desenvolvimento do mamoeiro, houve variações na quantidade de flores emergidas, de forma que a produção foi crescente até os 238 DAT, apresentando média de 26 flores, reduzindo drasticamente aos 297 DAT e obtendo leve aumento na ultima avaliação aos 360 DAT (Figura 9). O desempenho final desta variável contribuiu para redução dos valores médios da mesma, variando de 13,9 a 15, 7 flores. planta⁻¹ (Tabela 5). Estes valores estão abaixo daqueles encontrados por Vieira et al. (2003) para a cultivar Sunrise Solo Improved Line 72/12: 23,33 a 31,00 flores.

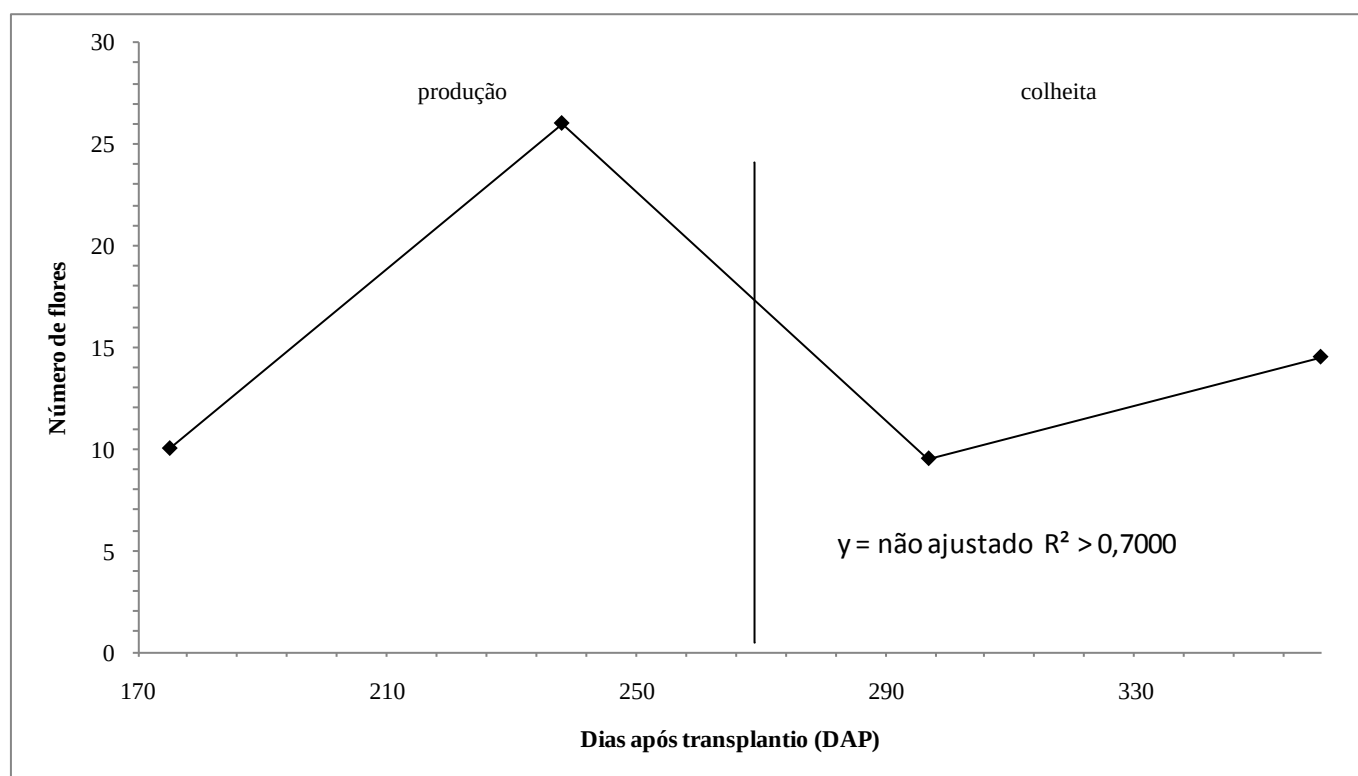


Figura 9 – Número de flores de mamão ‘Sunrise Solo’ cultivado com diferentes fontes de silício, no estado de Alagoas em função do número de dias após transplante (DAT).

De forma semelhante ao que ocorreu com o número de folhas, as doenças que atingiram a plantação, principalmente ao final das avaliações, podem ter influenciado os resultados. Características como número de flores, altura da planta, comprimento do fruto estão entre as principais determinantes das variações no número de frutos por planta, sendo importantes principalmente em programas de melhoramento genético (Oliveira et al., 2010).

2.2.9 Atributos químicos do solo

A nutrição mineral do mamoeiro é um dos fatores que mais contribuem para o desenvolvimento, aumento da produção e qualidade do mamão. De acordo com a tabela 4, verificaram-se efeitos significativos em alguns atributos químicos do solo principalmente na camada 0-10 cm do solo, em resposta a adubação silicatada sobre o pH, a concentração de matéria orgânica, de Al, H+Al, a saturação por base e o teor de silício.

Analisando os fatores de acidez do solo, confirma-se nesse estudo a contribuição dos silicatos como corretivo do solo (Nolla et al., 2009; Queiroz et al., 2009; Carneiro et al.,

2006). As fontes de silício estudadas, com exceção do Rocksil, ainda que de forma limitada, contribuíram para a manutenção do pH, mesmo após um ano e dois meses de cultivo do mamoeiro, sendo a cinza de cana-de-açúcar a mais eficiente (Tabela 6). Essa resposta dos silicatos pode favorecer o aumento da solubilidade dos fosfatos de ferro e alumínio, aumento na concentração de OH^- na solução do solo, reduzindo a adsorção do fosfato e precipitação do alumínio na forma de $\text{Al}(\text{OH})_3$. (Casagrande; Camargo, 1997; Pavan; Oliveira, 1997). O aumento da solubilidade dos fosfatos proporciona incremento na concentração do P na solução do solo, tornando-o prontamente disponível as plantas (Korndörfer et al., 1999), sendo essa uma importante resposta para a agricultura em solos tropicais onde o nutriente é fator limitante (Santos, 2009).

Tabela 6 – Análise química do solo (0-10 e 10-20 cm) adubado com fontes de silício no primeiro ano agrícola de cultivo do mamão Sunrise Solo', no estado de Alagoas.

Fonte de	pH em H ₂ O	M.O.	P	K**	Na**	Al	H +Al	Ca + Mg	S	CTC	V	Si
Silício	(1: 2,5)	(g Kg ⁻¹)	----- (mg dm ⁻³) -----			----- (cmol dm ⁻³) -----				(%)		(mg k ⁻¹) (CaCl ₂)
0 - 10 cm												
Organomineral	5,4 ab	16,9 a	141,7 a	124,6 a	41,2 a	0,21 a	5,2 ab	6,0 a	6,2 a	11,4 a	54,3 b	4,0 b
MB4	5,5 ab	15,2 ab	141,2 a	117,6 a	57,2 a	0,19 a	4,3 b	5,8 a	6,0 a	10,3 a	58,3 a	4,6 a
Rocksil	5,2 a	12,7 ab	139,6 a	117,2 a	45,8 a	0,15 ab	6,0 a	5,5 a	5,7 a	11,7 a	48,8 b	4,2 ab
Cinzas de cana	5,7 b	11,3 b	141,8 a	125,4 a	43,6 a	0,12 b	4,2 b	6,0 a	6,2 a	10,4 a	59,7 a	4,5 ab
CV	4,8	17,6	2,3	3,2	8,3	21,1	17,7	10,9	10,4	9,7	9,1	7,7
10 - 20 cm												
Organomineral	5,0 a	10,1 a	140,8 a	76,6 a	37,4 a	0,22 a	5,1 a	4,7 a	4,9 a	10,0 a	49,0 a	3,2 a
MB4	5,3 a	9,1 ab	136,7 a	85,0 a	47,8 a	0,18 ab	4,6 a	4,7 a	4,8 a	9,4 a	51,1 a	3,6 a
Rocksil	5,0 a	9,3 ab	135,9 a	82,6 a	40,8 a	0,15 bc	5,1 a	5,0 a	5,4 a	10,5 a	51,4 a	3,3 a
Cinzas de cana	5,3 a	8,2 b	139,7 a	83,0 a	49,2 a	0,11 c	4,1 a	4,4 a	5,1 a	9,2 a	55,4 a	3,6 a
CV	5,2	10,3	2,1	2,9	8,4	22,3	14,4	19,2	18,5	6,2	10,2	15,8

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Dados transformados em $\log(x + 1)$.

As fontes de silício principalmente a cinza de cana-de-açúcar, favoreceram significativamente a redução da concentração de Al no solo, nas duas profundidades analisadas. O decréscimo do Al também pode ser atribuído ao poder corretivo das fontes de silício, que elevando o pH, por conseguinte diminui o Al (Carneiro et al., 2006). A toxidez por Al é um dos fatores mais limitantes para o crescimento vegetal em solos ácidos (Souza et al., 2008). Seu efeito inicial é o bloqueio do crescimento radicular, impedindo a absorção de água e nutrientes (Fráguas, 1996). Contudo, para que ocorra um bom desenvolvimento e produtividade, a planta necessita de um solo com saturação

de bases em torno de 60% e pH acima de 5,5 (Costa & Costa 2003) e, nestas condições, o Al não está disponível na solução do solo (Silva, 2009).

Para acidez potencial ($H+Al$), as fontes MB4 e cinzas de cana-de-açúcar foram as mais eficientes em manter a sua concentração a níveis aceitáveis ao desenvolvimento da cultura (Tabela 6). Essa acidez é a que, na prática, limita o crescimento dos vegetais, ocupando espaço nos colóides, permitindo, assim, a lixiviação de nutrientes essenciais, na camada superficial do solo. Na profundidade 10-20 cm, apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos, o MB4 e a cinza de cana proporcionaram tendência para menores teores. No entanto, Camargo et al. (2007), trabalhando com calcário e ácido silícico, relataram não haver influência da aplicação do silício ao solo nos valores de pH e $H + Al$.

O MB4 e a cinza de cana-de-açúcar proporcionaram também efeitos positivos para a saturação por base (V) na camada 0-10 cm do solo, mantendo-a a níveis satisfatórios para o cultivo do mamoeiro, 58,3 e 59,7% respectivamente (Tabela 6). Estas foram também as fontes que mais disponibilizaram silício ao solo. As parcelas que receberam a argila silicatada (Rocksil) tiveram menor valor de saturação por base (48,8%), não sendo o ideal para o desenvolvimento da cultura. Contudo, os valores ainda não são considerados prejudiciais ao seu crescimento, esta fonte foi a que menos disponibilizou silício. Na profundidade de 10-20 cm, os valores foram inferiores a camada superficial, quando a adubação organomineral, sem adição de silício, resultou em saturação por base inadequada ao desenvolvimento do mamoeiro.

Apesar do alto teor de P encontrado nas duas camadas do solo avaliadas neste trabalho, os valores de V e pH permaneceram em níveis aceitáveis para o desenvolvimento da cultura do mamão (Tabela 6). Porém, Tokura et al. (2007) relataram que a elevação dos teores de P ao solo reduziu os valores de V e promoveu acidificação do solo, ocasionando prejuízo no crescimento e desenvolvimento na cultura do arroz.

Por ser de baixa mobilidade no solo, a similaridade química da forma aniônica com o Si pode favorecer a disponibilidade do P para as plantas, pois esses elementos competem pelos mesmos sítios de adsorção na fase sólida do solo (Obihara & Russel, 1972).

Contudo, neste trabalho não foram observados incrementos no teor de P em função do aumento da disponibilidade do silício no solo. Os tratamentos comportaram-se de forma semelhante em relação à concentração de P. Essa resposta pode estar relacionada

à pequena diferença na concentração do silício presente no solo entre os tratamentos, limitando conseqüentemente, diferenças na disponibilização do P.

A concentração de Ca⁺ Mg foi semelhante entre os tratamentos, contrariando a expectativa de que fontes de silício incrementassem a concentração desses nutrientes no solo. As relações e quantidades equilibradas de Ca e Mg estão dentre as principais características de uma boa fonte de silício para fins de uso na agricultura (Korndörfer et al., 2003).

Queiroz et al. (2009), avaliando a saturação por bases, acidez e silicato na eficiência de adubos fosfatados no solo, também não observaram diferença estatística para os teores de Mg, apesar da presença desse elemento na composição do silicato, indicando, segundo os autores, baixa reatividade do silicato de cálcio utilizado no referido estudo.

Na camada de 0-10 cm, o teor de silício, mesmo que limitado, foi maior para os tratamentos que receberam as fontes de Si, sendo o MB4 a mais eficiente em fornecer o nutriente ao solo (Tabela 6). Contudo, dentre as fontes avaliadas por Pereira et al. (2007; 2004), o MB4 foi menos eficiente em liberar silício ao solo. Pereira et al. (2003) afirmaram que, embora apresente altos teores de Si, essa fonte libera pouco Si às plantas, sendo portanto pouco reativo ao solo. Neste estudo, as demais fontes, Rocksil e cinzas-de-cana, tiveram comportamento intermediário entre o MB4 e o controle (adubação organomineral).

Malavolta (1980) cita que a disponibilidade Si no solo depende dos tratamentos e do solo estudado. Assim, considerando o teor de silício encontrado no solo que não foi tratado com nenhuma das fontes, percebe-se o incremento desse nutriente nas três fontes estudadas foi baixo.

A falta de respostas mais expressivas às fontes de Si sobre os atributos químicos do solo, pode estar relacionada a vários fatores, dentre eles a concentração de silício avaliada no trabalho e ao baixo teor de matéria orgânica encontrado no solo. Tokura et al. (2007) atribuíram em parte a baixa reatividade deste elemento (Si) em Neossolo Quartzarênico órtico, devido aos baixos valores de matéria orgânica e a menor retenção de umidade no solo, favorecendo uma pequena interação do Si com a fase sólida.

Pereira et al. (2007), afirmaram que fontes como resíduos da cana-de-açúcar liberam silício de forma lenta ao solo, sendo insuficientes para atender à demanda por este elemento mineral na agricultura. Teixeira et al. (2008) relataram em seus estudos o Rocksil como uma fonte de silício pouco solúvel, quando comparado a outras. Por outro lado, a aplicação foliar da argila silicatada (Rocksil) associada ao fertilizante

organomineral reduziu a incidência e, principalmente, a severidade da varíola do mamoeiro do grupo formosa (Pratissoli, et al., 2007).

A CTC não foi influenciada pelos tratamentos nas duas profundidades avaliadas e manteve-se relativamente baixa entre 11,7 a 10,0 cmol dm^{-3} , resposta que pode ser atribuída aos baixos teores de matéria orgânica nas respectivas camadas e, possivelmente, aos baixos teores de argila que são atributos responsáveis pela presença de cargas negativas no solo (Scherer et al., 2007).

2.4 CONCLUSÕES

1. O MB4 foi a fonte mais eficiente quanto a capacidade de fornecer silício ao solo na camada 0-10 cm; enquanto o Rocksil foi a que contribui para o aumento da produção do mamoeiro ‘Sunrise Solo’;
2. As fontes Rocksil e cinzas de cana-de-açúcar não diferiram entre si quanto à capacidade de fornecimento de Si;
3. A adubação organomineral e o Rocksil proporcionaram as maiores alturas de planta, enquanto que o MB4 resultou nas menores alturas do mamoeiro ‘Sunrise Solo’;
4. A cinza de cana-de-açúcar e o MB4 contribuíram para a manutenção do pH do solo, menor acidez potencial (H^+Al) e níveis aceitáveis da saturação de bases.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, A. M. de A.; SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O. Silicato de cálcio como amenizante da toxidez de metais pesados em mudas de eucalipto, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 180-188, 2009.
- ALVES, F.L. **A cultura do mamão *Carica papaya* L. no mundo**. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória - ES, p. 13-34, 2003.
- ARAÚJO, F. A. .R. **Mamoeiro Havaí, biofertilizante bovino e adubação mineral – reflexos no crescimento, produção, nutrição e fertilidade do solo**. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, 2007.
- BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; PRABHU, A. S.; DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H. Importância do silício para a cultura do arroz. **Informações Agronômicas**, n. 89, Encarte Técnico p. 1-8, 2000.
- BALBINO, J. M. de S. & COSTA, A. de F. S. da. Crescimento e desenvolvimento dos frutos do mamoeiro do „Grupo Solo” e padrão de qualidade. In: MARTINS, D. dos S. & COSTA, A. de F. S. (Eds). **A cultura do mamoeiro: Tecnologias de Produção**. Vitória: Incaper, 2003.
- BÉLANGER, R. R.; MENZIES, J. G. Use of silicon to control diseases in vegetable crops. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 36, Uberlândia-MG, **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 42-45, 2003.
- BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, J. G.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B.; DE SOUSA, E. F.; VIANA, A. P.; BERNARDO, S; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 11-14, 2007.
- BRASIL Decreto n.o 2954. Aprova o regulamento da lei 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. **Normas Jurídicas** (Texto Integral) – DEC 004954, 14 jan., 2004, 27 p.
- BRITO NETO, J. F. de; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F.; ARAÚJO, R. da C.; SOARES, E. B. da S.; LACERDA, J. S. de. Efeito da adubação orgânica e verde sobre o desenvolvimento do mamoeiro e as características químicas do solo. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo de Pinhal, v. 7, n. 1, p. 158-169, 2010.
- CAMARGO, M. S. de; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Solubilidade do silício em solos: influencia do calcário e ácido silícico aplicados. **Bragantia: revista de ciencias agronômicas**, v.66, n.004, p. 637-647, 2007. Disponível em:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=90866414>. ISSN 0006-8705. Acesso em: 26/01/11.

- CANESIN, R. C. F. S.; CORR-A, L. S.; BOLIANI, A. C. Desenvolvimento do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido com tela de propileno. **Cultura Agrônômica**, v. 12, n. 2, p. 69-80, 2003.
- CARNEIRO, C. E. A.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. C. B.; CARNEIRO, G. E. de S. CALPOT, fosfato e silício co-aplicados ao solo para a cultura da soja, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, p. 5-12, 2006.
- CASAGRANDE, J.C.; CAMARGO, O.A. Adsorção de fosfato em solos com caráter ácido avaliada por um modelo de complexação de superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 353-360, 1997.
- CARVALHO-PUPATTO, J. G.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos de solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39. N. 12, p. 1213-1218, 2004.
- CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; RESENDE, A. V. de. Absorção e translocação de silício em mudas de eucalipto cultivadas em latossolo e cambissolo. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 491-500, 2003.
- COSTA, A. F. S.; PAVOCA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas de melhoramento genético do mameiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (Ed.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003, p. 58-102.
- COSTA, A. N. da; COSTA, A. de F. S. da. Nutrição e adubação. In Martins, D. dos Santos.; Costa, A. de F. S. da. (eds). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper. 2003. p. 201-227.
- COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; COSTA, R. R. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 455-460, 2009.
- DANTAS, J. L. L.; LIMA, J. F. de. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro: avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 617-621, 2001.
- DORIA, R. de A.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G.; OLIVEIRA, A. M. G. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.1, p.12-16, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. SILVA, F. C. da coord. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 370 p.

- EPSTEIN, S. **Silicon**. Anual Review of plants Physiology and Plant Molecular Biology, v. 50, p. 641-664, 1999.
- FIORI, M. P. **Comportamento de cultivares de tomate quanto à utilização de scórias siderúrgicas em ambiente protegido**. 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de Marília, Marília-SP, 2006.
- FONSECA, K. M. **Resposta da cultura do mamoeiro (Carica papaya L.) a níveis de potássio e de água**. 2001. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, 2001.
- FRÁGUAS, J. C. Sintomatologia da toxidez do alumínio em porta-enxertos de videira. Bento Gonçalves: **Embrapa-CNPUV**, 1996. 20P. (Embrapa- CNPUV. Circular técnica, 20).
- GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, 2009.
- GOMES, C. F. **Disponibilidade de silício proveniente de escória de siderurgia para a cultura do arroz**. Dourados, 2008. 52 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[HTTP://www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em 25 nov. 2009.
- JARVIS, S. C. The uptake and transport of silicon by perennial ryegrass and wheat. **Plant soil**, Dordrecht, v. 97, n. 2/3, p. 429-437, 1987.
- KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2003. 53p. (Boletim técnico, 1).
- KORNDÖRFER, G. H.; LARA-CABEZAS, W. A.; HOROWITZ, N. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Cientia Agricola**, v. 56, n. 2, 1999.
- MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop lants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Eds.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. 403 p.
- MADEIROS, L. B.; VIEIRA, A. de O.; DANTAS NETO, J.; BELTRÃO, N. E. de M.; AQUINO, B. F. de. Influência da escória siderúrgica sobre a produtividade e crescimento da cana-de-açúcar irrigada. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 192-202, 2008.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.

- MARIN, S. L. D.; YAMANISHI, O. K.; MARTELLETO, L. A. P.; IDE, C. D. Hibridação do mamão. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, p.175-220, 2003.
- MARINHO, A. B.; BERNARDO, S.; SOUZA, E. F. de; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, H. Produtividade e qualidade dos frutos de mamão cultivar 'Golden' sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio no norte do Espírito Santo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 417- 426, 2008.
- MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, DCM – INCAPER, 2003. 497p.
- MESQUITA, E. F. de; CAVALCANTE, L. F.; GONDIN, S. C.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. De; CAVALCANTE, M. Z. B. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 589-596, 2007.
- MESQUITA, E. F. de; CAVALCANTE, L. F.; GONDIN, S. C.; CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, P. C. Teores foliares e exportação de nutrientes de mamoeiro Baixinho de Santa Amália tratado com biofertilizantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 40, n. 1, p. 66-76, 2010.
- NERI, D.K.P. **Efeito do silício na resistência de plantas de milho a *Rhopalosiphum maidis* (Fich.) (Hemiptera: Aphididae) e sua interação com inseticida no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2006. 68f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, MG, 2006.
- NOLLA, A.; PALMA, I. P. da; SANDER, G.; VOLK, L. B. da S.; SILVA, T. R. B. da. Desenvolvimento de milho submetido à aplicação de calcário e silicato de cálcio em um Argissolo arenoso do noroeste paranaense. **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 4, p. 154 -162, 2009.
- OBIHARA, C.H.; RUSSEL, E.W. Especific adsorption of the silicate and phosphate by soils. **Journal of Soil Science**, v. 23, n. 1, p. 105-117, 1972.
- OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. S. S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C. Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado. Embrapa **Circular Técnica**, v. 69, p.1-5, 2004.
- OLIVEIRA, E. J. de; LIMA, D. S. de; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; DANTAS, J. L. L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 855-862, 2010.
- ORIOLI JÚNIOR, V.; ARF, O.; COSTA, R. R. S.; BUZZETI, S. Modos de plicação e doses de silício em dois cultivares de trigo cultivados em semeadura direta. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 3, p. 377-383, 2008.

- PAVAN, M. A.; OLIVEIRA, E. L. de **Manejo da acidez do solo**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1997. 87 p. (Circular, 95).
- PEREIRA, H. S.; BARBOSA, N. C.; CARNEIRO, M. A. C.; KORNDÖRFER, G. H. Avaliação de fontes e de extratores de silício no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 239-247, 2007.
- PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H.; MOURA, W. F.; CORRÊA, G. F. Extratores de silício disponível em escórias e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, p. 265-274, 2003.
- PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H.; REIS, C. B. dos; CORRÊA, G. F. Disponibilidade de silício em diferentes fontes. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 2, p. 47-56, 2004.
- PLUCKNETT, D.L. The use soluble silicates in Hawalian agriculture. **University of Queensland**. v.1, n.6, p.203-223, 1971.
- POZZA, A. A. A.; ALVES, E.; POZZA, E. A. de; CARVALHO, J. G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P. T. G.; SANTOS, D. M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 185-188, 2004.
- PRATISSOLI, D.; ALMEIDA, G. D. de; JESUS JUNIOR, W. C.; VICENTINI, V. B.; HOLTZ, A. M.; COCHETO, J. G. Fertilizante organomineral e argila silicatada como indutores de resistência à varíola do mamoeiro. **IDESIA** (Chile), v. 25, n. 2, p. 63-67, 2007.
- QUEIROZ, A. A.; RAMOS, L. A.; KORNDÖRFER, G. H. Saturação de bases, acidez e silicato influenciando a eficiência de adubos fosfatados em solo. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 2, p. 75-86, 2009.
- RODRIGUES, F., DATNOFF, L.E., KORNDÖRFER, G.H., SEEBOLD, K.W.; RUSH, M.C. Effect of silicon and host resistance on sheath blight development in rice. **Plant Disease**, 85:827-832. 2001.
- RODOLFO JUNIOR, F.; TORRES, L. B. de V., CAMPOS, V. B.; LIMA, A. R. de; OLIVEIRA, A. D.; MOTA, M. J. K. Caracterização físico-química de frutos de mamoeiro comercializados na EMPASA de Campina Grande – PB, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 1, p. 53-58, 2007.
- RAMOS, L. A. **Reatividade de fontes de silício e sua eficiência na absorção e acumulação na cultura do arroz irrigado**. Uberlândia, 63 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Uberlândia, 2005.
- SANTOS, E. A. dos. **Microrganismos do solo no manejo integrado de plantas daninhas**. Viçosa, 56 p. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa, 2009.

- SEMARHN/AL - SECRETARIA EXECUTIVA DE MEIO AMBIENTE RECURSOS HÍDRICOS E NATURAIS, Banco de dados hidrometeorológicos – BDHM, dados diários de chuva para o ano de 2010.
- SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T. & NESI, C.N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n. 1, p. 123-131, 2007.
- SILVA, A. C. Avaliação da tolerância ao alumínio em plântulas de maracujazeiro e mamoeiro. Seropédica, 88 p. Dissertação de Mestrado em Ciências – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.
- SILVA, F.F. da; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO JUNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; IDE, C.D. Genotypic correlations of morpho-agronomic traits in papaya and implications for genetic breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, p.345-352, 2007.
- SILVA, M. M. **Alterações fisiológicas e nutricionais durante as fases do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do mamoeiro Golden**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Departamento de Ciências Biológicas – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.
- SILVA, M. M. da; BROETTO, S. G.; VALBÃO, S. C.; COSTA, A. de F. S. da; SILVA, D. M. Características vegetativas e de frutos de mamoeiros obtidos por seleção massal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 29-38, 2010.
- SOARES, J. D. R.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A.; VILLA.F.; CARVALHO, J. G. de. Adubação com silício via foliar na aclimatização de um híbrido de orquídea. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 626-629, 2008.
- SOUZA, J. V. de; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; CARVALHO, P. C. de; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C. H. de. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 502-513, 2010.
- SOUZA, R. F. de; FAQUIN, V. ; CARVALHO, R. ; TORRES, P. R. F. ; POZZA, A. A. Atributos químicos de solos influenciados pela substituição do carbonato por silicato de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 32, n. 4, p. 1563-1572, 2008.
- TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P. da; SILVA, A. G. da; KORNDÖRFER, P. H. Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 562-568, 2008.
- TOKURA, A. M.; FURTUNI NETO, A. E.; CURI, N.; CARNEIRO, L. F.; ALOVISI, A. A. Silício e fósforo em diferentes solos cultivados com arroz de sequeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 9-16, 2007.
- UENO, B.; CAMPOSTRINI, E.; NEVES, E. F.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; YAMANISHI, O. K. **Estudos sobre métodos de manejo da mancha**

fisiológica em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) no oeste da Bahia. Brasília: Setor de Fruticultura da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2002. 109 p. (Documento, n. 4).

VICHIATO, M.; VICHIATO, M. R. de M.; CASTRO, D. M. de; MARCHIORI JUNIOR, W.; LIMA, C. D. F.; CARVALHO, J. G. de. Silício e fósforo no desenvolvimento e anatomia foliar de mudas de mamoeiro ‘Improved Sunrise Solo 72/12’. **Papaya Brasil**, p. 399-401, 2007.

VIEIRA, A.; RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D. **Fitotoxicidade de fungicidas, acaricidas e inseticidas sobre o mamoeiro (*Carica papaya* L.) cultivar sunrise solo improved line 72/12.** *Revista Brasileira da Fruticultura*, v. 25, n. 1, p. 175-178, 2003.

YAMANISHI, O. K.; MELLO, R. M. de; MARTINS, V. A.; LIMA, L. A. de; FAGUNDES, G. R. Comportamento do mamoeiro Sekati nas condições do oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 79-82, 2006.

CAPITULO III

Maturação e qualidade dos frutos de mamoeiro ‘Sunrise Solo’ submetidos à aplicação de diferentes fontes de silício

**Ana C. N. dos Santos¹, Abel W. de Alburquerque², Maria A. C. de
Lima³ & Alonso P. de Farias⁴**

Resumo: O Brasil é o maior produtor de mamão em escala mundial, encontrando-se entre os principais países exportadores, estando atrás apenas do México. O silício (Si) como elemento benéfico, pode contribuir para a melhora das condições nutricionais do solo e, por conseguinte, incrementando a qualidade do mamão ‘Sunrise Solo’. O objetivo desse estudo foi avaliar os atributos químicos de qualidade do mamão ‘Sunrise Solo’ em seis estádios de maturação colhidos de plantas adubadas com diferentes fontes de silício. Os tratamentos consistiram de seis estádios de maturação, três fontes de silício (MB4, Rocksil, cinzas de cana-de-açúcar) associadas à adubação organomineral e o controle apenas com adubação organomineral. As variáveis analisadas foram: teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), acidez titulável (AT), teor de pectina total, carotenóides totais e licopeno. Tanto a adubação organomineral quanto a fonte Rocksil, o estádio 4 de maturação, apresentou maior concentração de carotenóides totais. Não houve influência da adubação silicatada sobre os atributos químicos SS, AST, AR, AT, pectina total e licopeno caracterizando-se por aumento com o avanço dos estádios de maturação.

Palavras-chave: *Carica papaya*, adubação, maturação, qualidade

¹Bióloga, Msc. em Produção Vegetal, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL. Email: acns7@yahoo.com.br

²Prof. Dr., Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL

³Engenharia Agrônoma, Dra., Pesquisadora, Embrapa Semi-árido, BR 428, Km 152, Caixa postal 23, 56.302-970, Petrolina, PE. E-mail: maclima@cpatsa.embrapa.br

⁴Prof. Msc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas - Campus Satuba. Rua 17 de Agosto, s/n, Zona Rural, Satuba - AL, CEP: 57120-000. E-mail: eafsatuba@gmail.com

Maturation and quality the of papaya' Sunrise Solo' fruit submitted to different sources of silicon fertilization

Abstract: The Brazil is the largest producing of papaya in world scale, meeting among exporters principal countries, behind just of Mexico. The silicon (Si) as beneficial element can contribute to the improvement of the nutritional conditions of the soil and, consequently, increasing the papaya 'Sunrise Solo' quality. The objective of this study was to evaluate the chemical attributes of quality on 'Sunrise Solo' papaya fruit in six maturity stages harvested from plants fertilizes with different silicon sources. The treatments consisted of silicon sources and maturity stages. It was tested three silicon sources (MB4, Rocksil, cane ashes) associated to the organic mineral fertilizer and the control just with organic mineral fertilizer. The analyzed variables were: soluble solids (SS) content, total soluble sugars (TSS), reducing sugars (RS), titratable acidity (TA), total pectin content, total carotenoids and lycopene. The fertilization organomineral as well as Rocksil presented larger concentration of total carotenoids in the maturation stage 4. There was not influence of the silicon fertilization on the chemical attributes SS, AST, AR, AT, total pectin and lycopene being characterized by increase with the progress of the maturation stages.

Keywords: *Carica papaya*, fertilizer, maturation,

3 INTRODUÇÃO

Segundo o Agrianual (2010), o Brasil é o maior produtor de mamão em escala mundial, encontrando-se entre os principais países exportadores, estando atrás apenas do México. As regiões Sudeste e Nordeste somam em média 83,3% da produção brasileira de mamão, destacando-se os estados da Bahia e Espírito Santo como os principais produtores (IBGE, 2009).

Vários são os fatores que influenciam diretamente a produtividade das culturas, dentre eles, a luz, temperatura, CO₂, água, solo e nutrientes estimulam as taxas de crescimento, garantindo assim o desenvolvimento da planta e a qualidade dos frutos (Martins & Costa, 2003). Essa qualidade pode ser avaliada por vários atributos, sejam eles físicos, como peso, comprimento, diâmetro, forma, cor e firmeza; sejam químicos, como sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT) e outros (Fagundes; Yamanishi, 2001). Geralmente, essas características também podem ser influenciadas pelo estágio de maturação, cultivar, tratos culturais e manuseio na colheita e na pós-colheita.

Nesse sentido, a relação existente entre a nutrição de plantas e a qualidade dos frutos tem sido alvo de inúmeras pesquisas envolvendo várias fases do ciclo produtivo do mamoeiro (Brito Neto et al., 2010).

O estado de Alagoas pode constituir-se em uma região competitiva para a produção do mamão, considerando as condições edafoclimáticas que oferecem em média três meses de chuva e nove de insolação durante o ano (Barros, 2010). Por outro lado, apesar da aptidão agrícola para o cultivo de diversas espécies tropicais, o estado tem como característica o desenvolvimento da monocultura, principalmente da cana-de-açúcar, que em longo prazo traz sérias complicações ao equilíbrio nutricional do solo.

Nestas condições de solo e cultivo, existem elementos como o silício (Si), que podem aumentar o rendimento de algumas espécies, interferindo em vários processos fisiológicos desejáveis para as plantas. Os benefícios do uso do Si se manifestam não apenas em plantas conhecidas como acumuladoras (arroz, cana-de-açúcar e pastagens), mas também em plantas não-acumuladoras de Si, como tomate e plantas típicas da vegetação do cerrado (Korndörfer; Datnoff, 2004). Tais informações vêm sendo confirmadas para algumas culturas. Porém, quando se considera se há influência dessas adubações sobre a qualidade do produto, não existem registros. Portanto, iniciativas que avaliam a relação entre o fornecimento de Si e a qualidade dos frutos obtidos podem dar suporte ao emprego seguro da tecnologia, permitindo ampliar o seu alcance.

Na perspectiva de contribuir para a melhora das condições nutricionais do solo, favorecendo o desenvolvimento e o incremento na qualidade de frutos de mamoeiro ‘Sunrise Solo’, este trabalho avaliou os atributos químicos dos mesmos em seis estádios de maturação colhidos de plantas adubadas com diferentes fontes de silício.

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no Setor de Fruticultura do Instituto Federal de Alagoas – IF-AL, no município de Satuba-AL (Figura 1). As coordenadas geográficas da área são latitude de 9° 39'S, longitude de 35° 49'W e 10 m acima do nível do mar. Os dados climáticos durante a condução do experimento, de 28 de maio 2009 a 06 de junho de 2010, corresponderam aos seguintes valores médios: temperaturas de 25,3° C e pluviosidade de 1434 mm (SEMARHN-AL, 2010). O solo da localização do experimento foi classificado como Argissolo Amarelo A moderado, textura arenosa/argilosa, cujas características químicas estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Análise química do solo da área experimental antes da implantação da cultura do mamão 'Sunrise Solo'

	Profundidade (0-10 cm)	Profundidade (10-20 cm)
pH em H ₂ O (1:2,5)	5,7	5,6
M. O. (g.Kg ⁻¹)	23	16
P (mg.dm ⁻³)	62	49
K (mg.dm ⁻³)	81	63
Na (mg.dm ⁻³)	47	39
Al (cmol.dm ⁻³)	0,5	0,9
H+Al (cmol.dm ⁻³)	1,8	2,1
Ca+Mg (cmol.dm ⁻³)	5,3	4,2
S (cmol.dm ⁻³)	5,4	4,3
CTC (cmol.dm ⁻³)	7,2	6,4
V (%)	75	67

3.1.2 Avaliação dos componentes químicos dos frutos

Para avaliação das mudanças nos componentes químicos durante a maturação, foram colhidos frutos do pomar experimental de mamoeiro ‘Sunrise Solo’, em seis estádios de maturação (Figura 10), determinados pela coloração da casca, em que:

- 0 – Fruto crescido e desenvolvido (100% da casca verde);
- 1 – Até 15% da superfície amarela;
- 2 – Até 25% da superfície amarela (1/4 madura);
- 3 – Até 50% da superfície amarela;
- 4 – 50 a 75% da superfície amarela;
- 5 – 76 a 100% da superfície amarela.

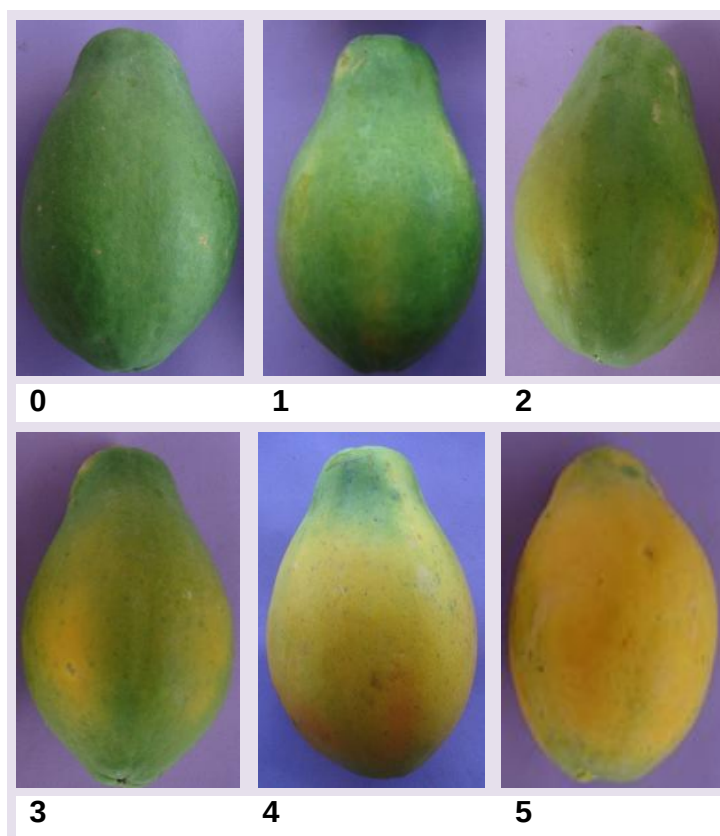


Figura 10 – Escala de cores de mamão ‘Sunrise Solo’ (adaptado de FrutiSéries, 2000)

Na área em que foram colhidos os frutos de mamoeiro ‘Sunrise Solo’, as plantas foram conduzidas em espaçamento 2 x 2 m, em fileiras simples, adotando-se os tratos culturais recomendados comercialmente para a cultura.

Os tratamentos foram constituídos de fontes de silício e seis estádios de maturação. Foram testadas três fontes de silício (correspondendo cada uma à dose de 500 mg de Si

por planta) associadas à adubação organomineral, cuja a fonte orgânica utilizada foi o esterco de gado 12 L m^{-2} e a mineral recomendada foi de 08 -14 - 08, sendo utilizados os adubos químicos sulfato de amônio, superfosfato simples e o cloreto de potássio como fontes de N, P (P_2O_5) e K (K_2O), respectivamente. Duzentos gramas da mistura foi utilizado para adubação de fundação, distribuídas a lanço nas parcelas.

Os tratamentos foram organizados da seguinte forma: controle, que recebeu apenas a adubação organomineral; 114 g de MB4 + adubação organomineral; 114 g de Rocksil + adubação organomineral; 54 g de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar + adubação organomineral.

De início, as adubações foram realizadas trimestralmente, repetindo a mesma dose e formulação. No entanto, após o desbaste ocorrido com o início da floração, a adubação foi fracionada em intervalos mais freqüentes para permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos, sendo realizada quinzenalmente a adubação mineral com 30 g de sulfato de amônio e 50 g de cloreto de potássio. A cada 45 dias, foi realizada a adubação com as fontes de silício mais a orgânica, sendo reduzidas à metade: MB4 (57 mg), Rocksil (57 mg) e cinzas de bagaço de cana-de-açúcar (27 mg). A adubação orgânica compreendeu 6 L m^{-2} por parcela.

Atingindo-se o estágio de maturação um, os frutos foram colhidos para que completassem o amadurecimento em temperatura ambiente ($25,9 \pm 0,5^\circ\text{C}$ UR $73 \pm 4\%$). Completando cada um dos estádios de avaliação, os frutos foram lavados, cortados e processados em processador doméstico, sendo a polpa separada em potes plásticos de 50 mL e identificados de acordo com as análises a serem realizadas. Para o estágio zero, os frutos foram coletados das plantas e imediatamente realizados os procedimentos de limpeza, processamento e congelamento da polpa.

Foram congeladas também fatias da polpa envolvidas em papel alumínio, para posterior determinação de β -caroteno e licopeno. Concluída a obtenção das amostras, as mesmas foram enviadas para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, na cidade de Petrolina – PE, onde foram realizadas as seguintes determinações, conforme os métodos descritos:

a) Teor de sólidos solúveis (SS, °Brix): utilizou-se o refratômetro de bancada tipo Abbé. O procedimento consistiu em misturar e homogeneizar completamente a amostra

e colocar uma a duas gotas no refratômetro. A leitura foi direta e os resultados foram expressos em °Brix (AOAC, 1998);

b) Acidez titulável (AT): foi determinada a partir de 1 g de polpa processada e, juntamente a esta, adicionou-se 50 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína a 1%. A titulação foi feita com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N (IAL, 1985). Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico 100 mL⁻¹ de polpa.

c) Açúcares solúveis (AS): determinados usando o reagente antrona, a partir de 1 g da amostra processada e diluição inicial com água destilada em balão de 100 mL. De início, foram testadas também diluições com álcool etílico, pois a presença de amido nas amostras poderia mascarar os resultados, contudo observou-se percentual muito baixo desse componente nos frutos por ocasião da colheita, justificado pelos testes que indicaram não haver diferenças nos resultados entre as soluções utilizadas para extração com água ou com álcool etílico. A partir do filtrado da primeira diluição, outra foi realizada: tomando-se 10 ou 5 mL de alíquota, de acordo com a necessidade de diluição, transferindo-se para outro balão de 100 mL e completando-se novamente com água destilada. Em seguida, uma alíquota foi tomada, contendo o volume máximo de 1 mL entre amostra e água. A este volume, 2 mL de antrona foram adicionados com os tubos parcialmente imersos em banho de gelo. Os tubos foram agitados, com vórtex, e levados ao banho-maria a 100° C, onde passaram 8 minutos seguidos de um rápido resfriamento. A leitura foi feita em espectrofotômetro, a 620 nm (Yemn; Willis, 1954), e os resultados expressos em g 100 g⁻¹.

e) Açúcares redutores (AR): determinados usando o reagente DNS. Foi utilizado 1 g da polpa, para diluir em balão volumétrico de 100 mL, com água destilada. Após filtragem, tomou-se uma alíquota de máximo 1,5 mL da amostra, transferindo para tubo de ensaio e a este volume adicionou-se 1 mL de DNS. As amostras foram homogeneizadas e levadas ao banho-maria a 100° C por 5 minutos. Após o período de aquecimento, as amostras foram levadas ao banho com gelo e receberam 7,5 mL de água destilada a fim de completar um volume final de 10 mL. Em seguida, foram novamente homogeneizados para a realização da leitura em espectrofotômetro, a 520 nm, sendo os resultados expressos em g 100 g⁻¹ (Miller, 1959).

f) Teor de substâncias pécicas totais: para esta determinação, foram realizadas etapas de extração e quantificação. Para a extração foram pesadas de 3 a 15 g, da polpa, a depender do estágio de maturação das amostras, adicionado 25 mL de etanol a 95% e

posta em repouso em geladeira por 30 minutos, sendo em seguida filtrada à vácuo. O filtrado foi descartado e o resíduo lavado com 30 mL de etanol a 75%, ainda sob vácuo. O resíduo foi transferido para Becker de 100 mL e adicionado 50 mL de água destilada. O pH foi ajustado para 11,5 com NaOH a 1,0 N e posto novamente para repouso em geladeira por 30 minutos. Ao sair do repouso, o pH foi ajustado para 5,0-5,5 com ácido acético glacial diluído. Em seguida, 100 mg de pectinase foram adicionadas. O material foi então levado para o 'shaker' por uma hora, seguido de filtração à vácuo, sendo desta vez descartado o resíduo. O filtrado capturado foi transferido para balão 100 mL e aferido com água destilada, obtendo-se, assim, o extrato para a quantificação (Mcready; Mccomb, 1952). Para quantificação, tomou-se uma alíquota máxima entre extrato e água de 1 mL, adicionando-se 3,6 mL de tetraborato de sódio com tubos imersos em gelo, sendo agitados e colocados, em seguida, em banho Maria, a 100° C, por 5 minutos. Os tubos foram rapidamente resfriados e adicionados 60 µL de 3-fenifenol. A mistura foi homogeneizada e deixada em repouso, sendo lida entre 10 e 15 minutos após a agitação, a 520 nm. Os resultados foram expressos em g 100 g⁻¹ (Blumenkrantz; Asboe-Hansen, 1973).

g) **Carotenóides totais e licopeno:** Para a quantificação, foram pesados 8 g da polpa do mamão em becker de 100 mL e adicionado 50 mL de acetona gelada. Essa mistura foi homogeneizada por um minuto. Logo após, o extrato foi filtrado a vácuo por meio de funil de Büchner com papel de filtro lavando o resíduo e o funil com acetona, recolhendo o filtrado em kitassato até que o resíduo fique branco. Logo após adicionou-se 40 mL de éter de petróleo em funil de separação, transferindo em seguida o extrato para o kitassato. Foi acrescentado aproximadamente 300 mL de água destilada cuidadosamente pelas paredes do funil. Após a separação das fases, descartou-se a fase aquosa inferior. Repetiu-se a lavagem mais três vezes para remoção de toda acetona. Na última lavagem, foi descartado a fase inferior completamente e coletada a fase etérea em becker de 50 mL, contendo sulfato de sódio anidro para remoção da água residual. Em seguida, transferiu-se a solução para balão volumétrico de 50 mL completando o volume com éter de petróleo. A leitura em espectrofotômetro foi feita a 450 nm para carotenóides totais e a 503 nm para licopeno (Horwitz, 1988).

3.1.2 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 6 (fonte de silício x estágio de maturação), com 5 repetições, cada uma composta por 2 frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando os resultados foram significativos em relação aos tratamentos com as fontes de silício ou aos estágios de maturação, utilizou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação de médias. O mesmo foi adotado quando houve efeito significativo da interação entre os fatores, realizando-se o desdobramento para cada uma das fontes de Si testadas.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as variáveis químicas dos frutos demonstraram que a exceção dos carotenóides totais, não houve influência da adubação com as fontes de silício nas transformações relacionadas aos estádios de maturação do mamão ‘Sunrise Solo’. Foram observadas poucas variações no teor de açúcares entre os estádios de maturação (Tabela 5). A resposta é esperada para frutos que não apresentam quantidades significativas de amido para ser hidrolisado durante o amadurecimento, a exemplo do mamão.

3.2.1 Sólidos solúveis (SS)

Houve um considerável aumento no teor de SS na passagem do estágio de maturação 0 para o 1, após essa fase o incremento prosseguiu lentamente até alcançar 13,2 °Brix no estágio 5 (Tabela 8). Essa resposta pode ser justificada pelo baixo conteúdo de amido presente nesses frutos, ou mesmo esses pequenos teores de amido não terem sido hidrolisados para a produção de açúcares (Moraes et al., 2007).

Tabela 8 – Teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) em diferentes estádios de maturação do mamão ‘Sunrise Solo’ adubado com diferentes fontes de silício.*

Estádio de maturação	Sólidos solúveis (°Brix)	% Açúcares solúveis totais	% Açúcares redutores	Acidez titulável (% de ác. cítrico)
0	9,2 c	8,3 c	6,7 b	0,07 d
1	12,1 b	11,1 b	9,8 a	0,08 cd
2	12,6 ab	11,6 ab	9,8 a	0,09 c
3	12,9 ab	11,7 ab	10,0 a	0,12 b
4	12,8 ab	12,1 a	10,4 a	0,12 b
5	13,2 a	12,4 a	10,6 a	0,16 a
CV	9,1	9,3	9,5	16,0

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Ribeiro (2002), avaliando o comportamento do mamão formosa ‘Tainung’ durante o armazenamento observou não haver diferença significativa nos teores de amido e SS. Bron (2006), trabalhando com quatro estádios de maturação do mamão ‘Golden,’ também não observou diferença significativa no conteúdo de SS.

Contudo, Peixoto (2005) obteve incremento nos teores de SS e AST de mamão formosa ‘Tainung 01’ até o final dos 28 dias de armazenamento. Os teores de açúcares podem oscilar de acordo com o tipo, cultivar, estágio de maturação do fruto e condições climáticas em que estão sendo avaliados (Arriola et al., 1980).

Nesse estudo, os valores médios de SS dos frutos no estágio 1 de maturação já se encontravam acima do mínimo exigido pelo mercado internacional que é de 11,5° Brix (Bleinroth, 1995); indicando, dessa forma, uma boa resposta das plantas a adubação à lanço, principalmente do potássio (K) fornecido, pois a este elemento é atribuído o efeito na concentração de açúcares e SS no fruto, o que irá refletir na qualidade do produto (Oliveira et al., 2004).

Resposta semelhante foi observada por Bron (2006), cujo valor médio para o estágio 1 de maturação foi de 11,7° Brix. No entanto, essa resposta não foi observado por Marinho et al. (2008), em cujo trabalho os frutos, no mesmo estágio, apresentaram 10,1° Brix. Os valores encontrados neste estudo também estão acima do encontrado por Araújo (2007) que, para a mesma cultivar, encontrou valores variando de 8,1 a 10,0 °Brix em frutos de plantas adubadas com biofertilizante bovino e de 7,9 a 8,2 °Brix em solo com NPK.

3.2.2 Açúcares solúveis totais (AST)

Os teores de AST comportaram-se de forma semelhante aos SS, com incremento maior na mudança do estágio 0 para o 1, havendo, após esse período, pequeno acréscimo, atingindo no ultimo estágio de maturação média de 12,4 % (Tabela 8). Esse incremento pode ser resultado da hidrólise de polissacarídeos presentes na parede celular que é acelerada com o avanço da maturação (Broetto et al., 2007). Peixoto (2005) também observou aumento nos teores de AST em mamão formosa ‘Tainung 01’. Porém, Morais et al. (2007), avaliando a qualidade pós-colheita de mamão híbrido UENF/CALIMAN 01, demonstrou não haver diferença significativa para esta variável.

Diversos trabalhos realizados com diferentes variedades de mamão mostraram uma variação de 8,42 a 12,6% nos teores de AST, sugerindo que os resultados apresentados nesse estudo estão adequados para a cultura; apesar da baixa concentração de matéria orgânica no solo do experimento (Tabela 8), pois o nitrogênio é um dos nutrientes mais demandados pela cultura e sua deficiência provoca redução do crescimento dos frutos, além de reduzir a concentração dos AST e açúcares não redutores (Cruz et al, 2004).

3.2.3 Açúcares redutores (AR)

Os AR, que em mamão representam a soma dos teores de glicose e frutose durante o amadurecimento (Broetto et al., 2007), variou de 6,7 % no estágio 1 a 10,6 % no estágio 5 de maturação (Tabela 8). Esse incremento é importante no padrão de qualidade dos

frutos, pois essa resposta proporciona maior adoçamento dos mesmos. Broetto et al. (2007), avaliando as mudanças ocorridas no grau de adoçamento de frutos de mamoeiro 'Golden', observaram, no início do amadurecimento, aumento no teor da frutose de 4 a 6% e incremento da glicose na fase final.

O aumento na concentração da frutose faz do mamão uma fruta particularmente importante na dieta de pessoas diabéticas, pois a frutose produz menor aumento na glicemia quando comparadas a quantidades calóricas da sacarose e do amido, sendo essa uma vantagem da frutose como adoçante (Barbeiros et al., 2005).

As relações fonte-dreno desempenham papel chave no desenvolvimento dos frutos, principalmente com respeito ao acúmulo de açúcares que são responsáveis pelo sabor do fruto (Kerbaudy, 2008). Sendo assim como no amadurecimento pós-colheita de mamão, o teor de açúcares tende a ter poucas mudanças, para uma maior concentração, seria necessário uma contínua transferência de açúcares da planta para o fruto (Manshardt, 1992).

Dessa forma, o notável aumento no teor de açúcares do primeiro para o segundo estágio de maturação apresentado nesse trabalho, pode ser explicado pelo desligamento precoce dos frutos no estágio 0, acumulando portanto, uma menor quantidade de açúcares. Para atingir os demais estágio desejados, os frutos foram coletados no estágio 1 de maturação e armazenados ao ambiente. Assim, o conteúdo de açúcares dos estágios subsequentes seria quase que em sua totalidade aquela acumulada no estágio 1, quando o fruto ainda estava ligado a planta-mãe, resultando assim numa baixa variação nos teores de açúcares .

3.2.4 Acidez titulável (AT)

Os ácidos orgânicos encontrados nos vacúolos das células, na forma livre e combinados com sais, ésteres e glicosídeos, são fonte importante de energia para os vegetais durante o processo de maturação (Kluge et al., 2002). Sendo assim, a AT tende a decrescer com o avanço da maturação para a maioria dos frutos, pois durante o processo respiratório estes são convertidos a carboidratos para obtenção de energia (Chitarra; Chitarra, 2005).

Contudo, neste trabalho, a AT apresentou-se maior nos frutos em estágio de maturação mais avançado (Tabela 8). Resultados semelhantes foram observados por Fagundes; Yamanishi (2001), por Mesquita et al. (2007) e Moraes et al. (2010), esses

últimos, ao avaliar a produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro do grupo solo em função de tipos e doses de biofertilizantes.

A AT em mamão é muito baixa quando comparada a outros frutos, contribuindo pouco no seu sabor. A elevação da AT pode está associada á liberação de ácidos galacturônicos, que aumentam com o amadurecimento pela a ação de enzimas, como pectinametilesterase e poligalacturonase que atuam na parede celular (Kerbaudy, 2008).

O critério de classificação para diferenciar o estágio de maturação dos frutos, baseado apenas na coloração externa da casca, permitiu uma grande variabilidade nos componentes químicos avaliado neste trabalho; podendo ter influenciado nesse resultado, uma vez que foram observadas grandes variações na coloração da polpa dos frutos que apresentavam semelhanças na coloração da casca.

3.2.5 Pectina Total

Neste estudo, as alterações nos teores de pectina foram influenciadas apenas pelos estádios de maturação dos frutos, não havendo, portanto diferenças entre os tratamentos com as fontes de silício (Tabela 9). Houve diferença marcante no conteúdo de pectina entre os três primeiros estádios e os três últimos; com incremento na fase final do amadurecimento. O aumento no teor dessa variável pode ser explicado pela solubilização da protopectina das paredes celulares que ocorre durante o amadurecimento dos frutos, produzindo ácidos pectínicos (esterificados com grupo metílico) (Chitarra; Chitarra, 2005).

Tabela 9 – Pectina total, carotenóides totais, teor de licopeno e proporção licopeno:carotenóides de mamão ‘Sunrise Solo’ adubado com diferentes fontes de silício*

Estádio de maturação	Pectina total (%)	Carotenóides totais (µg/g)	Teor de licopeno (µg/g)	Proporção Licopeno:Carotenóides totais (%)
0	0,038 c	11,7 c	7,1 a	60,1 a
1	0,060 c	23,3 b	13,6 c	58,4 a
2	0,068 c	22,9 b	12,1bc	52,9 b
3	0,30 b	23,6 b	11,6 b	49,9 b
4	0,33 b	28,9 a	13,9 c	48,5 b
5	0,37 a	24,9 b	12,1bc	50,4 b
CV	16,4	16,8	18,1	10,9

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

É importante ressaltar que o amaciamento das paredes celulares é acompanhado por uma diminuição do turgor celular em resposta ao aumento da concentração de solutos nos espaços da parede e o afrouxamento dessas, ambos produtos da atividade de

diferentes enzimas (Kerbaudy, 2008). Além disso, a perda de água pela transpiração do fruto durante o amadurecimento promove também aumentos da concentração de solutos, podendo esse conjunto de fatores ter influenciado no teor final de pectina e na concentração de ácido cítrico observados neste trabalho.

Ainda com relação ao aumento no teor de pectina apresentados, Silva et al. (2007) relatam que não houve diferença estatística no teor de fibras quando se compararam os estádios 1 e 5 de maturação do mamão. As fibras formam um conjunto de substâncias derivadas de vegetais resistentes à ação de enzimas digestivas e podem ser classificadas em solúveis (pectina) e insolúveis (hemicelulose e lignina) (Matos et al., 2000). A lignina é capaz de formar uma barreira física sobre a hemicelulose por meio de ligações químicas e físicas, impedindo sua degradação por enzimas hidrolíticas (Silva et al., 2005).

Normalmente, os teores de pectina total diminuem continuamente no decorrer do processo de maturação (Chitarra; Chitarra, 2005). Porém, Oliveira et al (2006), avaliando diferentes estádios de maturação em pequi, mostrou haver uma tendência ao aumento desta variável durante o amadurecimento. Da mesma forma que Lima (2004) relatou variação nos teores de pectina em goiabas 'Pedro Sato' de 0,49 a 0,74% de ácido galacturônico. Enquanto que Linhares et al. (2007) observou não haver variação nos teores de pectina total em frutos da mesma cultivar.

Silva et al. (2007) constataram um considerável aumento nos teores de pectina total de abacaxi, nos primeiros 10 dias de armazenamento, sugerindo a ocorrência de síntese de novas substâncias pécticas durante esse intervalo. Em 'fruta -de -Lobo' (*Solanum lycocarpum* St. Hil.), Oliveira Junior et al. (2004) também observaram tendência ao aumento da pectina total e solúvel durante o amadurecimento. Blun et al. (2009) relatou aumento da pectina em função do tempo de armazenamento em frutos de caqui 'Fuyu'.

3.2.6 Carotenóides totais e licopeno

A maior concentração de carotenóides totais foram observadas nos estádios finais de maturação, apresentando o estágio 4 o maior teor (Tabela 9). Em muitos frutos, a exemplo do mamão ocorre incremento no teor de carotenóides com o amadurecimento (Wall, 2006). Nesse sentido, Fonseca et al. (2007), estudando a evolução dos pigmentos de mamão 'Sunrise Solo' e 'Golden', demonstrou incremento dessa variável, com grande variação durante o amadurecimento. Em parte, essas variações podem ser explicadas pela própria heterogeneidade nas amostras. Além disso, o teor dessa

substância apresenta uma ampla variação não só entre as diferentes cultivares, mas dentro da mesma cultivar produzida em regiões distintas (Molinare, 2007), sendo atribuídas a práticas agrícolas, exposição a luz solar, área de produção, fase de maturação, conservação pós-colheita e até mesmo pelo método de análise utilizada (Andersson et al., 2009; Ornelas-Paz et al., 2008).

Para o teor de carotenóides totais foi observado efeito significativo da interação entre as adubações silicatadas e os diferentes estádios de maturação do mamão ‘Surinse Solo’ (Tabela 10). Na adubação organomineral e na com Rocksil, o estágio 4 de maturação, apresentou maior concentração de carotenóides. Ainda nesses tratamentos, foram observadas reduções dessa variável no estágio mais avançado de maturação. Esse decréscimo na fase final do amadurecimento também foi observado em polpa de mangas ‘Tommy atkins’, indicando início das reações degradativas decorrentes da senescência dos tecidos (Lima et al., 2009).

Para os demais tratamentos não foram observadas diferenças estatísticas entre os estádios 1 e 5 de maturação, apresentando portanto, teores mais constantes. Não existem relatos sobre o mecanismo de ação do Si sobre o aumento da síntese desses pigmentos, porém Lima et al. (2010) ao estudar a ferrugem asiática e aspectos nutricionais de soja adubada com silício demonstrou aumento no teor de carotenóides na parte aérea das plantas, estando essa resposta relacionada a redução do número de lesões causada por essa doença em planta de soja.

Tabela 10 – Teor de carotenóides totais de mamão ‘Sunrise Solo’ em função da adubação silicatada e seis estádios de maturação*

Estádio de maturação	Carotenóides totais (µg/g)			
	Controle	MB4	Rocksil	Cinzas de cana-açúcar
0	11,9 d	12,2 b	10,8 c	11,9 b
1	17,4 cd	24,5 a	26,7 ab	24,5 a
2	23,1 bc	22,7 a	24,2 ab	21,6 a
3	22,0 bc	23,7 a	21,7 b	27,0 a
4	33,2 a	27,5 a	28,8 a	25,7 a
5	24,6 b	25,6 a	21,5 b	27,7 a

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Estudos têm comprovado a presença dos carotenóides em quantidades significativas nessa fruta (Sancho et al., 2011). A síntese de carotenóides resulta em um aumento significativo da coloração alaranjada. Algumas frutas como a manga tem comportamento

semelhante ao mamão, onde a coloração confere um papel importante na aceitabilidade da fruta frente aos consumidores (Yahia & Ornelans-Paz, 2010).

Um aumento significativo na concentração de licopeno foi observado na passagem do estágio 0 para o 1, após essa fase houve decréscimo, apresentando o estágio 3 a menor concentração, seguido novamente de aumento no estágio 4 e redução quando os frutos já se encontravam completamente maduros (estádio 5). A este pigmento é atribuído a cor atrativa da polpa dos mamões, sendo responsável pela coloração mais avermelhada comum aos frutos do grupo Solo (Molinari, 2007).

Os resultados obtidos nesse trabalho confirmam a predominância do carotenóide licopeno nos mamões do grupo ‘Solo’ (Sancho et al. 2011; Molinari, 2007). As proporções de licopeno em relação à concentração de carotenóides totais a exceção do estágio 0, não ultrapassaram os 60% (tabela 9), porém Sentanin; Amaya (2007), ao avaliar os teores de carotenóides em mamão por cromatografia líquida, demonstraram que dos principais carotenóides existentes no mamão, o licopeno representa aproximadamente 65% do total. A adubação pode ter interferido nessa resposta, especialmente a potássica, pois este nutriente tem papel importante na síntese de carotenóides, principalmente o licopeno, além da biossíntese dos açúcares, ácidos orgânicos (Johjima, 1994).

3.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado pode-se concluir que:

1. A exceção dos carotenóides totais, a adubação com silício não provocou mudanças nos atributos químicos dos frutos do mamoeiro ‘Sunrise Solo’; sendo os estádios de maturação os responsáveis pelas diferenças nas demais variáveis estudadas.
2. Na adubação organomineral e na com Rocksil, o estágio 4 de maturação, apresentou maior concentração de carotenóides totais.
3. Com o avanço da maturação houve aumento no teor de SS, AST, AR, AT, pectina total, carotenóides totais e licopeno.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2010:** Anuário da Agricultura Brasileira. Hortifrutícolas: Mamão: Produções e áreas mundiais . São Paulo: AgraFNP, 2010. p. 374.
- ANDERSSON, S. C.; OLSSON, M. E.; JOHANSSON, E.; RUMPUNEN, K. Carotenoids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening and use of pheophytin a as a maturity marker. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, v. 57, p. 250-258, 2009.
- ARAÚJO, F. A. R. de. **Biofertilizante bovino e adubação mineral no mamoeiro e na fertilidade do solo**. Areia-PB, 2007. 103 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba.
- ARRIOLA, M. C. de; CALZADA, J. F. de; MENCHU, J. F.; ROLZ, C.; GARCIA, R.; CABRERA, S. de. Papaya. In: **Tropical and subtropical fruits**. Westport: AVI, p. 316-340, 1980.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed. Arlington: AOAC, v. 1, 1998.
- BARREIROS, R. C.; BOSSOLAN, G.; TRINDADE, C. E. P. Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 377-389, 2005.
- BARROS, D. Levantamento da culturas irrigadas em Alagoas. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento. Disponível em: <http://www.agricultura.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/2010/levantamento-aponta-culturas-irrigadas-em-alagoas>. Acesso em: 12.11.10.
- BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M. M. II - Matéria-prima. In: ITAL **Mamão:** cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL, 1995. p.179-254.
- BLUM, J.; AYUB, R. A; MALGARIM, M. B. Uso de cera na conservação pós-colheita de caqui cv. Fuyu. **Revista Ceres**, v. 56, n. 2, p. 124-127, 2009.
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, n.3, p.484-489, Apr. 1973.
- BRITO NETO, J. F. de; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F.; ARAÚJO, R. da C.; SOARES, E. B. da S.; LACERDA, J. S. de. Efeito da adubação orgânica e verde sobre o desenvolvimento do mamoeiro e as características químicas do solo. **Engenharia Ambiental**, Espirito Santo de Pinhal, v. 7, n. 1, p. 158-169, 2010.
- BROETTO, S. G.; SILVA, M. M. da. VALBÃO, S. C.; ZAMPERLINI, G. P.; FONTES, R. V.; SLIVA, D. M. Mudanças no grau de adoçamento dos frutos do

- mamoeiro (*Carica papaya* L.) ‘Golden’ durante o amadurecimento. **Papaya Brasil**, p. 599-601, 2007.
- BRON, I. U. **Amadurecimento de mamão ‘Golden’: ponto de colheita, bloqueio de ação do etileno e armazenamento refrigerado**. Tese (Dotourado), Escola Superior Luiz de Queiroz, p. 66, 2006.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CRUZ, J. L.; COELHO, E. P.; PELACANI, C. R.; COELHO FILHO, M. A.; DIAS, A. T.; SANTOS, M. T. Crescimento e partição de matéria seca e de carbono no mamoeiro em resposta à nutrição nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 351-361, 2004.
- FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 23, n. 3, p. 541-545. 2001.
- FONSECA, M. J. de O.; LEAL, N. R.; CENCI, S. A.; CECON, P. R.; BRESSAN-SMITH, R. E.; BALBINO, J. M. de S. Evolução dos pigmentos durante o amadurecimento de mamão ‘Sunrise Solo’ e ‘Golden’ **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 451-455, 2007.
- FRUTISÉRIES. **Mamão**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2000. 8 p.
- IAL – INSTITUTO AOLF LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, v. 1, 371 p. 1985.
- HORWITZ, W. Focus on sampling: Sampling and preparation of sample for chemical axamination. **J. Off. Anal. Chem**, v. 71, p. 241-245, 1988.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[HTTP://www.sidra.ibge.gov.br/](http://www.sidra.ibge.gov.br/)>. Acesso em 28 dez. 2009.
- JOHJIMA, T. Carotene synthesis and caloring in tomato of various genotypic lines. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Kioto, v. 63, n. 1, p. 109-114, 1994.
- LIMA, L. M. de; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; FONSECA, T. A. de P. S.; CARVALHO, J. G. de. Quantificação da ferrugem asiática e aspectos nutricionais da soja suprida com silício em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 1, p. 51-56, 2010.
- LIMA, M. A. C. de; SILVA, A. L. da; AZEVEDO, S. S. N. Evolução de indicadores de ponto de colheita em manga ‘Tommy atkins’ durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 432-439, 2009.

- KERBAUY, G. B. Frutificação e amadurecimento. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- KORNDÖRFER, G.; DATNOFF, L. Efeito do silício no crescimento e produtividade das culturas. 2004. Disponível em: <http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Efeitos/Efeitos.htm>. Acesso em: 02/02/2010.
- KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELO, J.C.; BILHAUVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: UFPEL, 2002. 216 p.
- LIMA, A. V. **Qualidade pós-colheita da goiaba "Pedro Sato" tratada com cloreto de cálcio e 1-MCP em condições ambiente**. 2004. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- LINHARES, L. A.; SANTOS, C. D. dos; ABREU, C. M. P.; CORREA, A. D. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas 'PEDRO SATO' tratadas na pós-colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 829-841, 2007.
- MANSHARDT, R. M. Papaya. in: HAMMERSCHLAG, F. A., LITZ, R. E.; **Biotechnology of Perennial Fruit Crops**. Biotechnology in Agriculture, n. 8, 1992. 530 p.
- MARINHO, A. B.; BERNARDO, S.; SOUZA, E. F. de; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, H. Produtividade e qualidade dos frutos de mamão cultivar 'Golden' sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio no norte do Espírito Santo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 417- 426, 2008.
- MARTINS, D.S.; COSTA, A. de F. A **cultura do mamoeiro**: tecnologia de produção. Vitória: INCAPER, 2003. 497 p.
- MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Dietary fiber consumption in na adult population. **Journal of Public Health**. Bangkok, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.
- MCCREADY, R. M.; MCCOMB, E. A. Extration and determination of total pectic materials in fruits, v. 24, n. 12, p. 1986-1988, 1952.
- MEDINA, J. C. **Cultura**. In: MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M. M.; MARTIN, Z. J.; NISIDA, A. L. A. C.; BALDINI, V. L. S.; LEITE, R. S. S. F.; GARCIA, A. E. B. Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed., rev. e ampl., Campinas: ITAL, 1989. p.1-178.
- MESQUITA, E. F. de; CAVALCANTE, L. F.; GONDIN, S. C.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. de; CAVALCANTE, M. Z. B. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 589-596, 2007.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426 - 428, 1959.

- MOLINARI, A. C. F. **Métodos combinados para preservar a qualidade pós-colheita de mamão 'Golden' tipo exportação**. 2007. 75 p. Tese (Dotourado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- MORAIS, F. A. de; ARAÚJO, M. M. C. de; MACHADO, A. V.; RICARTE, F. D. N.; SALES JUNIOR, R. Influência da atmosfera modificada sob a vida útil pós-colheita do mamão 'Formosa'. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p.1-9, 2010.
- MORAIS, P. L. D. De ; SILVA, G. G. da ; MENEZES J. B. ; MAIA, F. E. N. ; DANTAS, D. J. ; SALES JUNIOR, R.. Pós-colheita de mamão híbrido UENF/CALIMAN 01 cultivado no Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira Fruticultura**. vol.29, n.3, p. 666-670, 2007.
- ORNELAS-PAZ, J. J.; YAHIA, M. E.; GARDEA, A. Changes in external and internal color during postharvest ripening of “Manila” and “Ataulfo” mango fruit and relationship with carotenoid content determined by liquid chromatography- APcI+-time-of-flight mass spectrometry. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, p. 145-152, 2008.
- OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. da S.; RAIJ, B. van; MAGALHÃES, A. F. de J.; BERNARDI, A. C. de C. (2004) Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 10p. (Circular Técnica, 69).
- OLIVEIRA JUNIOR, E. N. de; SANTOS, C. D. dos; ABREU, C. M. P. de; CORRÊA, A. D.; SANTOS, J. Z. L. Alt pós-colheita da “Fruta-de-Lobo” (*Solanum lycocarpum* St. Hit.) durante o armazenamento: Análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 410-413, 2004.
- OLIVEIRA, M. N. S. de; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A. S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 380-386, 2006.
- PEIXOTO, A. M. dos S. **Controle de patógenos e prolongamento da vida útil pós-colheita do mamão formosa 'Tainung 01' através do controle biológico e químico**. 2005. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2005.
- RIBEIRO, M. D. **Estudos preliminares do comportamento do mamão 'Formosa' armazenado em condições ambientais**. 2002. 39 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2002.
- SANCHO, L. E. G. G.; YAHIA, E. M.; GONZALEZ-AGUIAR, G. A. Identification and quantification of phenols, carotenoids and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv Maradol) fruit determined by HPLC-DAD-MS/MS-ESI. **Food Research International**, 2011, 8 p.

- SEMARHN/AL - SECRETARIA EXCECUTIVA DE MEIO AMBIENTE RECURSOS HÍDRICOS E NATURAIS, Banco de dados hidrometeorológicos – BDHM, dados diários de chuva para o ano de 2010.
- SENTANIN, M. A.; AMAYA, D. B. R. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciencias e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 13-19, 2007.
- SILVA, J. M. da; SILVA, J. P.; SPOTO, M. H. F. **Análises fisiológicas e enzimáticas em abacaxi submetido à tecnologia de radiação ionizante. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 27, n. 3, p. 602-607, 2007.
- SILVA, Thais Vianna et al. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.27, n.3, pp. 472-475, 2005.
- WALL, M. M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (Musa sp.) and papaya (Carica papaya) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p. 434-445, 2006.
- YAHIA, M. E.; ORNELAS-PAZ, J. J. Chemistry, stability and biological actions of carotenoids. In L. A. de la Rosa, E. Alvarez-Parrilla, & G. A. Gonzalez-Aguilar (Eds.), **Fruit and vegetable phytochemicals** p. 177-222. USA: Wiley-Blackwell, 2010.
- YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by antrona. **The Biochemical Journal**, Cambridge, v. 57, n. 2, p. 504-541, 1954.