

GRAZIANNY ANDRADE LEITE

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA
PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE
SAPOTIZEIRO EM MOSSORÓ/RN**

**MOSSORÓ - RN
2014**

GRAZIANNY ANDRADE LEITE

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA
PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE
SAPOTIZEIRO EM MOSSORÓ/RN**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:

Prof. D.Sc. VANDER MENDONÇA

**MOSSORÓ - RN
2014**

**O Conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade
de seus autores**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência**

L963a Leite, Grazianny Andrade.

Adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de frutos de sapotizeiro em Mossoró-RN. / Grazianny Andrade Leite. -- Mossoró, 2014.

83f.: il.

Orientador: Prof. D.Sc. Vander Mendonça

Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de concentração: Fruticultura) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. *Manikara zapota* L.. 2. Sapotizeiro - frutos. 3. Qualidade de frutos. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /006-14

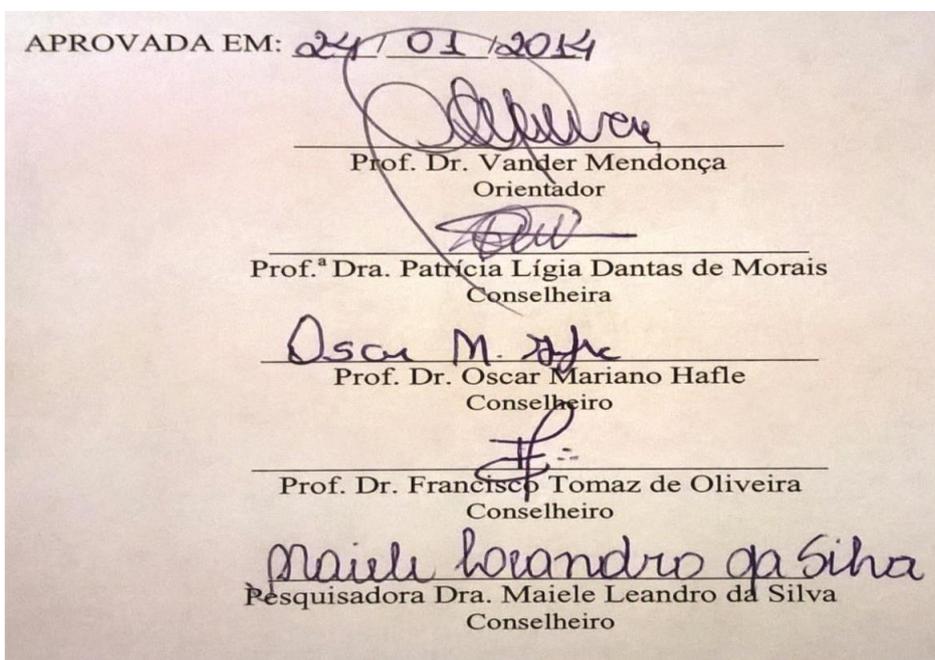
CDD: 631.587

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba
CRB-15/45

GRAZIANNY ANDRADE LEITE

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUÇÃO
E QUALIDADE DE FRUTOS DE SAPOTIZEIRO EM
MOSSORÓ/RN**

Tese apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como
parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Agronomia:
Fitotecnia.



Ao meu esposo Rodrigo, companheiro de todas as horas, que está sempre ao meu lado, nas alegrias e tristezas, na saúde e na doença, me amando e respeitando, participando ativamente e me apoiando em todos os meus projetos, que assim seja eternamente.

Dedico

A toda minha família, minha mãe que sempre foi um exemplo de sabedoria, luta e superação. Aos meus irmãos que nunca desistam de seus sonhos e ao meu amado sobrinho Heytor.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por está sempre presente em minha vida com sua infinita graça, me concedendo sabedoria, tempo, condições materiais e espirituais, para realização deste projeto e por todas as oportunidades colocadas em meu caminho;

A ESAM/UFERSA pela estrutura e apoio em toda a minha formação acadêmica.

A Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (Capes), pela concessão da bolsa;

Ao meu orientador e amigo, Vander Mendonça, pelo apoio, compreensão, orientação, confiança, amizade e suporte em todas as etapas envolvidas na conquista deste doutorado.

A empresa Norfruit Ltda, no nome de José Wellington, que permitiu a realização desse trabalho.

Aos membros da banca, pelas valiosas sugestões e contribuições para melhoria desta Tese.

À Pós-Graduação em Fitotecnia, a todos aqueles que compõem o corpo docente, pelos ensinamentos transmitidos durante o doutorado, contribuindo assim, para a minha formação profissional.

A minha família por todo amor, dedicação, compreensão e por ter me guiado para que eu fosse uma pessoa íntegra sempre me ensinando a verdade;

Aos colegas de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, pela amizade e convivência durante o curso de doutorado; alguns fizeram-se mais que colegas, hoje posso chamá-los de amigos.

Aos amigos Wallace Edelky, Laíse Nascimento, Maria Lucilânia, Priscila Vanúbia, Luciana Medeiros, Poliana Samara, Eduardo Castro, Lydio Luciano, João Paulo, Joacy Fônseca, Mauro Tosta e Maiele Leandro pela ajuda imensurável.

Ao Grupo de Fruticultura, pelas gargalhadas, pela amizade, por todos os momentos que passamos juntos durante esse tempo. Sintam-se todos agradecidos e abraçados por mim.

Enfim, a todos(as) que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, **MUITO OBRIGADO!**

RESUMO

LEITE, Grazianny Andrade. **Adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de frutos de saptizeiro em Mossoró/RN.** 2014. 74fls. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, 2014.

Com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de frutos de saptizeiro 'Itapirema-31' foram realizados experimentos com doses crescentes de nitrogênio e potássio na fazenda Norfruit, localizada na comunidade de Pau Branco, Mossoró–RN. O experimento I foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos (0; 200; 400; 600 e 800 g planta⁻¹ K₂O, utilizando cloreto de potássio como fonte), cinco repetições e com cinco plantas por unidade experimental, sendo a parcela útil as três plantas centrais, avaliadas durante dois ciclos e utilizando cloreto de potássio como fonte. O experimento II foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos (0, 300, 600, 900 e 1.200 g planta⁻¹ de N, utilizando ureia como fonte), cinco repetições e cinco plantas por unidade experimental, sendo a parcela útil as três plantas centrais, as quais foram avaliadas durante dois ciclos. Os frutos foram avaliados quantitativamente (peso médio dos frutos, número e produção de frutos comercializáveis, número e produção totais de frutos colhidos, produtividades comercial e total) e qualitativamente (comprimento longitudinal e transversal, firmeza, vitamina C, sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação SS/AT). A adubação nitrogenada influenciou positivamente todas as características de produção, fornecendo a maior produtividade e a melhor qualidade de frutos na dose média de 640 g planta⁻¹ de N. Porém, o máximo teor de vitamina C e a máxima firmeza de frutos foram obtidos com as doses médias de 1.200 e 885 g planta⁻¹ de N, respectivamente. A adubação potássica influenciou positivamente todas as características de produção, atingindo maior produtividade e melhor qualidade de frutos com a dose média de 430 g planta⁻¹ de K₂O. Porém, o máximo teor de vitamina C foi obtido com a dose média de 624,63 g planta⁻¹ de K₂O.

Palavras-chave: *Manilkara zapota* L., produtividade, nutrição de plantas.

ABSTRACT

LEITE, Grazianny Andrade. **Nitrogen and potassium fertilization on yield and quality of fruits of sapodilla in Mossoró/RN.** 2014. 74fs. Thesis (Doctor's degree in Phytotechny) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, 2014.

In order to evaluate the effect of nitrogen and potassium fertilizer on yield and quality of fruits of sapodilla 'Itapirema-31', an experiments with increasing levels of nitrogen and potassium were carried out at Norfruit farm, located in the community of Pau Branco, Mossoró–RN–Brazil. The experiment I was arranged in a randomized complete blocks design, with five treatments (0; 300; 600; 900 and 1,200 g plant⁻¹ N, with urea as the source), five replications and five plants per plot, of which the three central plants were evaluated during two cycles. The experiment II was arranged in a randomized complete blocks design, with five treatments (0, 200, 400, 600 and 800 g plant⁻¹ K₂O, with potassium chloride as the source), five replications and five plants per plot, of which the three central plants were evaluated during two cycles. The fruits were evaluated quantitatively (mean fruit weight, number and production of marketable fruits, total number and production of harvested fruits, marketable and total fruit yields) and qualitatively (longitudinal and transverse lengths, firmness, vitamin C, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), hydrogen potential (pH), and SS/TA ratio). Nitrogen fertilization positively influenced all production characteristics, with greater fruit yield and better fruit quality achieved at an average dose of 640 g plant⁻¹ N. However the maximum vitamin C content and fruit firmness were obtained at the average doses of 1,200 and 885 g plant⁻¹ N, respectively. Potassium fertilization positively influenced all production characteristics, with greater fruit yield and better fruit quality achieved at an average dose of 433 g plant⁻¹ K₂O. However the maximum vitamin C content was obtained at the average dose of 624 g plant⁻¹ K₂O.

Keywords: *Manilkara zapota* L., productivity, plant nutrition.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1: Valores de 'F' para peso médio dos frutos (PMF), número de frutos comercializáveis (NFC), produção de frutos comercializáveis (PFC), total de frutos colhidos (TFC), produção total colhida (PTC), produtividade total (Produt.T) e comercial (Produt.C) de frutos de sapotizeiro em função de doses de nitrogênio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.40

TABELA 2: Valores de 'F' para comprimento longitudinal (CL), comprimento transversal (CT), firmeza (FIRM), vitamina C (Vit.C), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH) de frutos de sapoti em função de doses de nitrogênio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.45

TABELA 3: Valores médios das variáveis de qualidade de frutos de sapoti em função de doses de nitrogênio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.45

CAPÍTULO 3

TABELA 4: Valores de 'F' para número de frutos comercializáveis (NFC), produção de frutos comercializáveis (PFC), total de frutos colhidos (TFC), produção total colhida (PTC), produtividade total (Produt.T) e comercial (Produt.C) de frutos de sapoti em função de doses de potássio produzidos em 2010 (1) e 2011 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014. ..61

TABELA 5: Valores de 'F' para comprimento longitudinal (CL), comprimento transversal (CT), firmeza (FIRM), vitamina C (Vit.C), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação SS/AT de frutos de sapoti em função de doses de potássio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.66

TABELA 6: Valores médios das variáveis de qualidade de frutos de sapoti em função de doses de potássio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.66

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 – Número de frutos comercializáveis (A), Produção de frutos comercializáveis (B), Total de frutos colhidos (C), Produção total colhida (D), Produtividade total (E) e Produtividade comercial (F) de sapotizeiro submetido à adubação nitrogenada. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.42

FIGURA 2 – Firmeza (A), vitamina C (B) e pH (C) dos frutos de sapotizeiro submetido à adubação nitrogenada. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.46

CAPÍTULO 3

FIGURA 3 – Número de frutos comercializáveis (A), Produção de frutos comercializáveis (B), Total de frutos colhidos (C), Produção total colhida (D), Produtividade total (E) e Produtividade comercial (F) de sapotizeiro submetido à adubação potássica. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.63

FIGURA 4 – Conteúdo de vitamina C dos frutos de sapotizeiro submetido à adubação potássica (K_2O). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.68

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE SAPOTIZEIRO.....	11
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E IMPORTÂNCIA	13
2.2. CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS	15
2.2. ADUBAÇÃO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS	17
2.3.1. Adubação nitrogenada.....	19
2.3.2. Adubação potássica.....	21
2.4. INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE... 22	
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 2 - ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE SAPOTIZEIRO CV. ‘ITAPIREMA-31’ EM MOSSORÓ – RN	33
RESUMO	33
ABSTRACT.....	34
1 INTRODUÇÃO.....	35
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4 CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
CAPÍTULO 3 - ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE SAPOTIZEIRO CV. ‘ITAPIREMA-31’ EM MOSSORÓ – RN.....	54
RESUMO	54
ABSTRACT.....	55
1 INTRODUÇÃO.....	56
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4 CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS.....	71

CAPÍTULO 1 - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE SAPOTIZEIRO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O sapotizeiro (*Manilkara zapota*) é uma espécie frutífera exótica, originário do México e América Central, pertence à família das sapotáceas. Seus frutos podem ser consumidos na forma *in natura* ou ser usado para produzir geléias, compotas e sucos. O látex extraído da casca da planta é levemente aromático e utilizado em alguns países para a fabricação de goma de mascar (SALUNKHE; DESAI, 1980).

O Nordeste brasileiro oferece excelentes condições para desenvolvimento e produção do sapotizeiro. Além de se adaptar bem a região Nordeste, o sapotizeiro tem uma boa aceitabilidade pelo consumidor, sendo uma cultura bastante rentável (LEDERMAN et al., 2001).

O aspecto nutricional é particularmente importante para os frutos, visto a influência que os elementos minerais exercem sobre sua qualidade. As plantas frutíferas são altamente responsivas à adição de fertilizantes. Em muitos casos a adubação e, conseqüentemente o estado nutricional das culturas, pode afetar não apenas a produtividade, mas o tamanho e o peso do fruto, a cor, a aparência, o sabor, o aroma, a conservação pós-colheita, a resistência a pragas e doenças, entre outros (MALAVOLTA, 2006).

A adequada nutrição mineral representa, para as frutíferas em geral, um dos aspectos mais importantes para alcançar o sucesso nessa atividade. De um lado, as exigências nutricionais são relativamente elevadas e, de outro, há uma pobreza crônica dos solos tropicais em elementos essenciais onde os pomares estão instalados, o que torna imperativa a aplicação da quase totalidade dos nutrientes necessários ao pleno desenvolvimento das plantas. Desse modo, fatores ligados à planta e ao solo conduzem à utilização de quantidades elevadas de corretivos e fertilizantes nos pomares (MALAVOLTA, 2006).

Nas pesquisas de recomendação de adubação para a cultura do sapotizeiro têm-se verificado que a adubação influencia na produção e qualidade dos frutos. Porém, existem variações nas recomendações de doses de N e de K₂O que oscilam de 400 a 1200 g planta⁻¹ de N (média de 800 g planta⁻¹) e 300 a 500 g planta⁻¹ de K₂O (média de 400 g planta⁻¹), dependendo da recomendação de adubação e dos teores de nutrientes existentes no solo (BHUVA et al., 1991; SINGH et al., 2000; GHOSH et al., 2012).

As amplitudes entre as doses recomendadas de nitrogênio e potássio expressam não somente as grandes discrepâncias entre as pesquisas, como também a necessidade de realização de experimentos de adubação nas diferentes regiões produtoras de sapoti, tendo em vista a elaboração de recomendação de adubações nitrogenada e potássica para essa cultura com base em resultados de pesquisas regionais, evitando a aplicação de doses de nutrientes aquém ou além das necessidades dessa cultura. Doses de nutrientes aquém das necessidades da planta causam baixas produtividades, assim como, doses excessivas também podem causar baixas produtividades, além de prejuízos econômicos e ambientais.

Em função do exposto e tendo em vista a ausência de resultados de pesquisas sobre adubação nitrogenada e potássica para a cultura do sapotizeiro no Estado do Rio Grande do Norte, e, em particular na região de Mossoró, objetivou-se com este trabalho definir as melhores doses de nitrogênio e potássio para uma maior produção e melhor qualidade de frutos de sapotizeiro em Mossoró/RN.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E IMPORTÂNCIA

O sapotizeiro (*Manilkara zapota* Van Royen) é uma espécie frutífera da família Sapotaceae, originária das regiões quentes e úmidas da América Tropical, provavelmente do Sul do México e das Américas Central (Guatemala, El Salvador, Belize e Honduras) e do Sul (Venezuela e Colômbia), onde em algumas dessas regiões, ainda se é possível encontrar áreas com grande diversidade de material selvagem. O sapotizeiro está hoje disseminado por todas as regiões de clima tropical e sub-tropical da América, Ásia e Oceania, desde a altitude zero até 2.500 m (CHANDLER, 1962; CAMPBELL et al., 1967; SIMÃO, 1971; FOUQUÉ, 1972; WILLIAMS et al., 1979; GEURTS, 1982; MIRANDA et al., 2008).

O cultivo do sapoti tem despertado o interesse de produtores e consumidores em diversos países. O maior produtor mundial é a Índia, que mantém ativo programa de pesquisa no país para melhorar técnicas de armazenamento, transporte e estratégias de *marketing*, aumentando ainda mais sua produção. Os maiores produtores estão distribuídos pela faixa intertropical do globo, com destaque para a América Central, países asiáticos e Brasil, apesar de não existirem dados estatísticos mundiais relacionados à produção e comercialização de sapoti (BARROSO, 2004).

No Brasil, vegeta bem do Amazonas ao Norte do Paraná, entretanto, as melhores condições para o seu desenvolvimento e produtividade estão nas regiões quentes com precipitação bem distribuída (SIMÃO, 1971). A maior parte da sua produção é originária do Nordeste, em particular, do estado de Pernambuco, o maior produtor nacional com média de 97 mil frutos ha⁻¹. Outros estados como a Bahia, Ceará, Pará e Paraíba se destacam em produtividade de sapoti (BRITO et al., 2007).

Durante anos o sapotizeiro foi uma importante fonte para fabricação de chiclete, a partir de uma goma obtida da extração do látex do tronco (CAMPBELL

et al., 1967). Atualmente, gomas sintéticas substituíram as naturais, e na maioria dos países produtores, o sapotizeiro é cultivado principalmente, para produção de frutos consumidos “in natura”, assim como para a fabricação de sucos e sorvetes.

O sapotizeiro é uma árvore de médio a grande porte, perene atingindo 12-18 m nos trópicos, apesar de algumas árvores poderem alcançar 40 m. A copa é densa, muitas vezes arredondada, mas podendo ter uma forma mais piramidal. Ela é composta de numerosos ramos horizontais com folhagem verde brilhante (MICKELBART, 1996). O tronco é reto, cilíndrico, e ranhuras na parte inferior. As folhas são simples, reunidas nas pontas dos galhos, elípticas a oblongas, 5,5 a 18 cm de comprimento, e de 2 a 7 cm de largura. A produção de flores e frutos inicia entre 4 e 5 anos de idade. As flores são brancas, em forma de taça ou sino e isolado (ROCAS, 2002).

O fruto possui casca fina e a polpa é tenra e muito doce, contendo uma substância gelatinosa que lhe dar um aroma especial. Quando comparado com outros frutos tropicais, o sapoti é relativamente pouco suculento, tem um maior conteúdo de carboidratos, é pobre em proteínas, com pouca gordura, relativamente fibroso, com teores de vitaminas e minerais baixos. As sementes são elípticas a obovadas, achatadas lateralmente, 16 a 24 mm de comprimento, de 8 a 16 mm de largura, e 4 a 6 mm de espessura. O tegumento varia de marrom claro ao escuro, liso e brilhante (MOURA e SILVA JUNIOR, 1999; ROCAS, 2002).

Segundo Bandeira et al. (2005), os frutos de sapoti podem ser classificados de acordo com sua forma e tamanho em sapoti e sapota, apesar de não ser possível caracterizar as diferenças como variedades botânicas, pois as características das plantas e dos frutos não foram perpetuadas através da reprodução sexuada. As sapotas, muito utilizadas como padrão comercial, são frutos arredondados e de tamanho maior que os sapotis que são mais ovalados e menores.

No sapotizeiro, pode-se encontrar frutos em diferentes estádios de maturação em uma mesma planta. A identificação do estágio de maturação adequado para colheita é muito importante, pois os frutos colhidos antes de atingirem a maturidade fisiológica não desenvolvem todas as suas características

qualitativas de forma apropriada. Por outro lado, frutos colhidos em estágio avançado de maturação tornam-se mais sensíveis a danos que podem ocorrer durante o manuseio, transporte e comercialização (COSTA, 2012).

A maturação dos frutos ocorre de 4 a 10 meses após a sua formação, dependendo da variedade, clima e condições do solo (MICKELBART, 1996). Um trabalho realizado por Miranda et al. (2008) aponta que o sapoti atinge sua maturidade fisiológica aos 180 dias após a formação dos frutos.

No sapotizeiro, o aborto das flores ou a queda de frutos ainda em desenvolvimento é muito comum. O maior período de queda de frutos ocorre nas primeiras cinco semanas após a frutificação. Geralmente, apenas 1,6% das flores produzidas por uma árvore pode desenvolver-se em fruto (RELEKAR et al. 1991). Gonzalez e Feliciano (1953) relataram que pode haver uma relação entre o vigor das árvores com a produção de flores e pegamento de frutos.

2.2. CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O sapotizeiro, sendo árvore estritamente tropical, tem dispersão limitada nos Estados Unidos para a região costeira do sul da Flórida e, possivelmente, algumas áreas costeiras do sul da Califórnia. As árvores jovens sofrem danos ou, as vezes, morrem em temperaturas de -1 a 0 °C, enquanto as árvores maduras podem resistir a temperaturas tão baixas como -2 a -3 °C, com ligeiros danos. Temperaturas acima de 41 °C durante a floração ou frutificação pode causar aborto de flores (MICKELBART, 1996).

No Brasil, de acordo com Bandeira et al. (2005), o sapotizeiro adapta-se a uma ampla faixa de latitude, podendo ser cultivado desde o Estado de São Paulo até o extremo Norte do País. Entretanto seu desenvolvimento e sua produção são favorecidos pelo clima da Região Nordeste, comportando-se melhor em temperaturas em torno de 28 °C. Adapta-se bem aos ventos fortes, por ter ramos muito flexíveis.

No Brasil, a primeira cultivar foi desenvolvida em 1983, de nome

‘Itapirema- 31’ seguida pela ‘Chocolate’ em 1999, ambas estabelecidas por pesquisadores da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA. Em 2003, a Embrapa Agroindústria Tropical lançou as cultivares ‘BRS 228-Sapota Tropical’ ‘BRS-227-Sapoti IPA-Curu’ (MIRANDA et al., 2008).

Sendo variedades estritamente tropicais, os frutos são tolerantes à seca e se adaptam a uma grande variedade de solos, razão da região Nordeste ser responsável pela maior parte da produção. Um dos fortes atrativos do cultivo do sapoti é sua alta rentabilidade (BARROSO, 2004).

De acordo com Bhuva et al. (1990), apesar de árvores com quatro anos de idade ou mais geralmente conseguirem lidar com longos períodos de seca, a irrigação pode aumentar a produção de frutos e o volume da copa. Entretanto para Bhuva et al. (1991), a eficiência de utilização de água tende a diminuir com o aumento da irrigação, podendo ser esta uma prática economicamente desfavorável em áreas que recebem precipitação suficiente.

Em trabalhos realizados por Bandeira et al. (2005), tanto os sapotis quanto as sapotas tiveram um aumento na produção ao receberem maiores níveis de irrigação, sendo a maior produção obtida quando aplicados, em média, 80 L de água por planta, em dias alternados.

O aumento da produtividade está claramente associado aos níveis de irrigação empregados, tanto para o sapoti como para a sapota, produtividades inferiores a 2.000 kg ha⁻¹ foram obtidas no tratamento sem irrigação sistemática, enquanto que níveis próximos a 8.000 kg ha⁻¹ foram obtidos com os tratamentos com maior dotação de água (BANDEIRA et al., 2003).

2.2. ADUBAÇÃO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

A adubação é uma prática extremamente importante para qualquer frutífera explorada comercialmente. Sendo adequada e bem equilibrada, o produtor se beneficiará da qualidade dos frutos obtidos, do estado fitossanitário e do vigor das plantas, bem como da produtividade de seu pomar (ABREU et al., 2005).

A prática de adubação, além de constituir um fator indispensável para o desenvolvimento das mudas, acelera consideravelmente o crescimento das mesmas, reduzindo os custos de produção. A eficiência das adubações, principalmente daquelas realizadas em cobertura, depende basicamente das doses e fontes dos adubos utilizados, da capacidade de troca catiônica e das características físicas do solo (SGARBI et al., 1999). O aproveitamento dos fertilizantes depende muito do fornecimento e da disponibilidade de água para a planta.

O uso de fertilizantes em cultivos com alta extração de nutrientes exige cautela. O suprimento inadequado de nutrientes, seja falta ou excesso, pode provocar restrições ao crescimento das plantas e alterar relações entre biomassa aérea e radicular, bem como promover alterações entre estádios vegetativos e reprodutivos (BALIGAR e FAGERIA, 1997; BUWALDA e GOH, 1982; MARSCHNER, 1998; PENG et al., 1993).

Quanto maior a produtividade, maiores serão as quantidades de fertilizante para suprir as necessidades da cultura. Por outro lado, a quantidade de nutrientes removidos pela planta não deve ser utilizada como critério único de reposição, considerando-se que a lixiviação e as reações que ocorrem quando os fertilizantes são aplicados no solo concorrem para diminuir a disponibilidade de nutrientes para as plantas (SOBRAL, 1998). O consumo de nutriente é proporcional à produção de matéria seca da planta.

Para um bom desenvolvimento das plantas é necessário que todos os elementos químicos essenciais estejam em quantidades mínimas. O ferro (Fe), Cobre (Cu), o manganês (Mn), o Boro (B) e o Zinco (Zn) são denominados como micronutrientes, enquanto o fósforo (P), o cálcio (Ca), o enxofre (S), o potássio

(K), o magnésio (Mg) e o nitrogênio (N) são classificados como macronutrientes. Estas denominações estão relacionadas a quantidades necessária para um bom desenvolvimento das plantas, pois na falta de qualquer um nutriente o seu desenvolvimento é prejudicado (COSTA, 2012).

De acordo com Malavolta et al. (1974), o fósforo tem participação essencial na fotossíntese, respiração, degradação de açúcares, e no armazenamento, transferência e utilização de energia para processos vitais da planta, além de participar na divisão celular. Devido a isso, com o aumento da quantidade de fósforo absorvida pelas plantas, ocorre um aumento na atividade metabólica, favorecendo o crescimento destas como um todo. A quantidade de fósforo requerido para o ótimo crescimento das plantas varia conforme a espécie ou órgão analisado variando de 0,1 a 0,5 % da matéria seca (VICHATO, 1996).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), o potássio desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais, ativando muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese. Já o nitrogênio, fisiologicamente, é o elemento mineral que as plantas exigem em maiores quantidades, servindo como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, sua deficiência rapidamente inibe o crescimento vegetal.

Embora a atmosfera contenha vastas quantidades de nitrogênio (N_2), cerca de 78%, a maioria dos organismos não pode acessar diretamente esse imenso reservatório devido a ligação covalente estável entre dois átomos de nitrogênio que o torna um gás inerte (EPSTEIN e BLOOM, 2006) havendo necessidade do N ser aplicado ao solo para as plantas por meio de fertilizantes minerais, restos orgânicos diversos ou a fixação biológica.

Para aumentar a produção, agricultores de todo o mundo aplicam anualmente mais de 80 milhões de toneladas de fertilizantes nitrogenados (MALHEIROS, 2008). Segundo Epstein e Bloom (2006) sua produção e aplicação somam mais da metade da energia consumida na agricultura.

Entre os macronutrientes, o nitrogênio e o potássio possuem papel fundamental para a nutrição das plantas. O nitrogênio, por ser constituinte essencial

das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila; e o potássio, por ser o cátion em maior concentração nas plantas, sendo um nutriente com relevantes funções fisiológicas e metabólicas como ativação de enzimas, fotossíntese, translocação de assimilados e também absorção de nitrogênio e síntese protéica, tornando-se, portanto, nutrientes imprescindíveis em sistema de utilização intensiva de solo (ANDRADE et al., 2000).

O manejo adequado de adubação de plantas adultas, sobretudo as frutíferas, deve levar em consideração a quantidade de nutrientes necessários anualmente para o desenvolvimento vegetativo e a exportada pelas colheitas, além da quantidade perdida para o ambiente por meio de processos como fixação, lixiviação, volatilização, dentre outros (MALAVOLTA, 1994).

O potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais exigidos pelo sapotizeiro e devem ser aplicados na forma, na quantidade e também na época correta. O nitrogênio é o nutriente mais importante para aumentar a produção, e o potássio auxilia na estabilização da produção e na qualidade dos frutos (POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA, 1990; SILVA, et al. 1984).

2.3.1. ADUBAÇÃO NITROGENADA

A adubação nitrogenada deve levar em consideração o fornecimento pelo solo; a exigência da cultura em função da colheita esperada; o período ou períodos de maior necessidade; o processo de contato entre o elemento e a raiz; as características do adubo nitrogenado e suas transformações no solo (MALAVOLTA, 2006).

Nas plantas, o nitrogênio é constituinte de compostos, tais como: aminoácidos, enzimas, ácidos nucleicos e clorofila (MARSCHNER, 1998). De acordo com Bataglia et al. (2005), a adubação nitrogenada pode exercer uma importante função não somente por causa da concentração de metabólitos

nitrogenados, mas também pela sua importância na incorporação de assimilados através do aumento da capacidade fotossintética das plantas.

No solo, o nitrogênio é encontrado tanto na forma orgânica, quanto mineral, havendo um predomínio da orgânica sobre a mineral, sendo que a forma orgânica não é prontamente absorvida pelas plantas. Em condições de deficiência de nitrogênio, a planta apresenta crescimento lento, com redução do porte; ramos finos e em menor número e com tendência ao crescimento vertical; folhas em menor número, com redução da área foliar; clorose generalizada e queda prematura das folhas (MALAVOLTA, 2006).

O balanço do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera é dado entre ganhos e perdas no sistema; os ganhos são provenientes das adubações nitrogenadas, mineralização da matéria orgânica, fixação biológica e chuvas; as perdas são ocasionadas por extração pelas culturas, volatilização, desnitrificação, lixiviação, erosão e imobilização biológica (MALAVOLTA et al., 1997), sendo o N o segundo elemento mais demandado pela cultura do sapotizeiro e o segundo mais exportado pelos frutos (SILVA, et al. 1984).

Singh et al. (2000), estudando os efeitos da adubação nitrogenada na cultura do sapotizeiro, cultivar Cricket Ball, em Kaithal – Haryana, observaram um incremento no crescimento e na produção de frutos com o aumento da dose de fertilizante nitrogenado de 400-1200 g planta⁻¹ N. O comprimento e a largura da fruta foram maiores com 800 g planta⁻¹ N. Além de ter reduzido a firmeza do fruto, o teor de ácido ascórbico e ter aumentado a quantidade de açúcar com as doses crescentes de N. O diâmetro do fruto, a proporção de sementes e os açúcares não redutores não foram influenciados pelas diferentes doses de N. O efeito de diferentes doses de P e K não foi significativa em todos os parâmetros de produção, crescimento e qualidade avaliados.

2.3.2. ADUBAÇÃO POTÁSSICA

O potássio é o macronutriente mais exigido pela cultura do sapotizeiro, sendo também o mais exportado pelos frutos (AVILÁN et al. 1980; SILVA, et al. 1984).

O potássio possui varias funções envolvidas no armazenamento de energia pelas plantas, dentre as quais podemos destacar: melhora a eficiência do uso da água, devido ao controle da abertura e fechamento dos estômatos; aumenta a translocação de carboidratos produzidos nas folhas para o restante da planta; melhora a eficiência enzimática, além da melhoria da qualidade comercial da planta (MALAVOLTA, 1997). Está envolvido na ativação de vários sistemas enzimáticos, muitos deles participantes dos processos de fotossíntese e respiração.

Plantas deficientes caracterizam-se por crescimento lento, raízes pouco desenvolvidas, caules fracos e muito flexíveis e mais suscetíveis a ataques de doenças, além de prejudicarem a formação de sementes e frutos com menor tamanho e com menor intensidade de cor (ERNANI et al., 2007).

O Brasil é caracterizado por solos contendo, em sua grande maioria, baixos teores de K, os quais não atendem às demandas das principais plantas cultivadas. Portanto, a adubação potássica nos solos tropicais é de grande importância, em função da grande extração deste nutriente pela maioria das culturas e de suas baixas reservas nos solos intemperizados (OLIVEIRA et al., 2005).

A absorção do K pelas plantas dá-se na forma iônica (K^+) através das raízes (ou folhas), tendo como mecanismo de contato íon/raiz pelos processos de difusão, fluxo de massa e interceptação radicular. Na planta, dentro da célula, o K exerce muitas funções, sem as quais as plantas não sobrevivem: abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, transporte de carboidratos, síntese de amido e proteínas, transpiração e ativação enzimática (CRESTE, 2005).

O potássio desempenha importante papel na fisiologia vegetal na forma iônica. O íon K^+ tem intensa mobilidade no xilema e no floema, o que possibilita a planta regular o balanço interno deste nutriente, desde que sua absorção

total tenha sido suficiente. A demanda de K pelas plantas é elevada, podendo variar de 1 a 6% da matéria seca das folhas. Quando sua disponibilidade é baixa, o crescimento da planta é retardado e a retranslocação líquida ou a remobilização deste nutriente das folhas maduras e caule é aumentada (BATAGLIA, 2005).

A elevada disponibilidade de K promove o consumo de luxo, que merece atenção por causa da interferência com a absorção de outros nutrientes, como o Ca^{2+} e Mg^{2+} (BATAGLIA, 2005). A adição de K no solo, geralmente, implica na diminuição dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} na planta. Muitos desses efeitos podem ser explicados simplesmente considerando-se o efeito de diluição, em que a planta bem nutrida em K se desenvolve melhor (ROSOLEM, 2005).

2.4. INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE

O sapoti é um fruto climatérico, podendo ser colhido na maturação fisiológica, porém frutos de melhor qualidade possam ser obtidos se colhidos maduros, tendo um aumento considerável no teor de açúcares. Todas as mudanças envolvidas no amadurecimento, como amaciamento, cor da polpa e sabor, assim como outras características físicas e químicas coincidem com o pico climatérico (BAEZ, et al., 1997).

A maturação dos frutos ocorre de 4 a 10 meses após a formação dos frutos, dependendo da variedade, clima e condições do solo. (MICKELBART, 1996). Um trabalho realizado por Miranda et al. (2008) aponta que o sapoti atinge sua maturidade fisiológica aos 180 dias e amadurece em torno do sétimo dia, quando armazenados em condição ambiente (28°C e 60% U.R.). Já trabalhos realizados por Morais et al. (2006), revelam que as cultivares BRS-228 e BRS-227 apresentaram picos respiratórios de $64,14 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ aos dez dias, e $62,49 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ aos oito dias, depois da colheita e armazenados a temperatura ambiente, respectivamente.

Os atributos de cor, aroma, sabor, forma, textura e aparência são considerados essenciais para a qualidade dos frutos (ALVES et al., 2002). Além

destes, o peso, coloração da polpa e da casca são características determinantes para a qualidade dos frutos.

Para se avaliar as características de qualidade dos frutos, consideramos o somatório dos fatores intrínsecos com os fatores extrínsecos da planta ao longo do processo produtivo. Entre os fatores, a nutrição potássica destaca-se pelo fato de afetar atributos como cor, tamanho, acidez, resistência ao transporte, manuseio, armazenamento, valor nutritivo e qualidades industriais, sendo considerado o nutriente da qualidade (RAIJ, 1991).

Resultados de pesquisas mostram que a adubação pode afetar a qualidade dos frutos, sendo o estudo da nutrição mineral de suma importância para o devido planejamento e ajustes da dosagem de fertilização, maximizando a produção, produzindo frutos de boa qualidade pelo menor custo possível. Além disso, uma dada adubação pode proporcionar diferentes respostas fisiológicas na composição química dos frutos entre espécies frutíferas distintas.

O desenvolvimento dos frutos depende da fotossíntese e da absorção de água e nutriente, assim como de hormônios fornecidos pela planta. (LAKSHMINARAYANA e SUBRAMANYAN, 1966; ALI e LIN, 1996).

Estudos realizados por Durrani et al. (1982) mostram um efeito favorável da fertilização em características de qualidade, tais como sólidos solúveis totais e celulose. Já Bhuvra et al., (1991), afirma que a produção de frutos também é favorecida com a fertilização. A adubação potássica beneficia a frutificação, sendo o potássio o nutriente requerido em maior quantidade no sapoti (MICKELBART, 1996).

A importância crucial do potássio na formação da qualidade baseia-se na sua função de promotor da síntese de fotossintatos e seu transporte para frutos, grãos, tubérculos e órgãos de armazenamento da planta, aumentando a conversão daqueles em amido, proteína, vitaminas, óleos, etc. (MENGEL e KIRKBY, 1987).

Segundo Marodin et al. (2010), o potássio causa um aumento do conteúdos de sólidos solúveis em morango. Conforme Taiz e Zeiger (2004), isso pode ser explicado devido à sua atuação na regulação da abertura estomática, a qual está

relacionada diretamente com a fotossíntese e em consequência com a síntese de fotoassimilados, melhorando a qualidade dos frutos.

A deficiência de N pode causar uma diminuição da síntese de aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas, resultando em redução do crescimento e no acúmulo de metabólitos não nitrogenados. As células são menores, e as paredes celulares tornam-se mais espessas (MARSCHNER, 1998). Nessas condições, os tecidos são mais diferenciados e mais firmes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Lemos et al. (2008), relatam que a deficiência de nitrogênio reduz a concentração dos açúcares. Estes autores afirmam existir uma interação próxima entre o metabolismo do nitrogênio e a fotossíntese, proporcionando aos organismos fotossintetizantes uma melhor produção de fotoassimilados na presença do nitrogênio.

Em estudos de crescimento e maturação do fruto de sapotizeiro realizado no Rio Grande do Norte por Costa et al. (2000), com a cv. Itapirema-31, foi encontrada uma variação na acidez titulável de 0,22% a 0,57% de ácido málico, cujos valores diminuíram com a maturação, enquanto que o conteúdo de sólidos solúveis aumento, atingindo o teor máximo de 28,5% aos 209 dias após sua formação.

A massa do fruto está relacionada linearmente com o seu grau de desenvolvimento e/ou maturação exceto no estágio em que o fruto se encontra em estado avançado de maturação. O aumento gradativo do peso durante o desenvolvimento ocorre devido à maior quantidade de fotoassimilados, açúcares e carboidratos acumulados (COSTA et al., 2004).

No Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Paraipaba, Estado do Ceará, os sapotis tiveram massa média de 124 g, enquanto as sapotas, em torno de 196 g/fruto (BANDEIRA et al., 2003). Os sapotis “Itapirema-31” são grandes e de massa média de 187 g, podendo atingir até 450 g, comprimento de 6,1cm e diâmetro de 7,2 cm (MOURA et al., 1999).

Costa et al. (2000), ao estudar o desenvolvimento do sapoti, registrou comprimento e diâmetro médios de 6,2cm e 6,5cm, respectivamente, em frutos

maduros. O diâmetro transversal foi maior que o comprimento, sendo sua relação igual a 0,96.

Para Miranda et al. (2008), a redução em firmeza é a alteração mais óbvia que ocorre na maturação do sapoti, que pode ser evidenciada ao nível microscópico como uma evidente desorganização estrutural do tecido. Estes autores, ainda observaram que a firmeza do sapoti começa a decrescer no quinto mês, alcançando 81,9 N no sexto mês, a partir do qual decresce rapidamente até após o climatério chegando a 9,2 N.

Os dois métodos mais comumente usados para medir a acidez de frutos são a acidez total titulável (AT) e o potencial hidrogeniônico (pH), sendo que o primeiro representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres, na forma de sais e compostos fenólicos), enquanto que o segundo determina a concentração hidrogeniônica da solução (LUCENA, 2006)

Os ácidos orgânicos encontram-se dissolvidos nos vacúolos de forma livre ou combinados, como sais, ésteres, glicosídeos ou outros compostos. Os mais abundantes são os ácidos cítricos e málico (numa grande variedade de frutos), o tartárico (uvas e abacate) e o oxálico (espinafre) (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No sapoti, o principal ácido orgânico usado nos processos respiratórios é o málico (MIRANDA, 2002).

Oliveira et al. (2010) verificaram que durante o desenvolvimento do sapoti, a acidez titulável nos frutos foi significativamente reduzida variando de 0,31 a 0,12 % ácido málico. Contudo, não houve variação significativa entre os 150 e 180 dias. Moraes et al. (2006), ao avaliar diferentes cultivares de sapoti, constataram que o valor médio de acidez titulável para a cultivar BRS-228 (0,23%) foi maior do que para a cultivar BRS-227 (0,21%).

De acordo com Costa et al. (2000), a porcentagem do conteúdo de sólidos solúveis para as cultivares de Sapota Tropical e o Sapoti Ipacuru, lançadas pela Embrapa Agroindústria Tropical, possuem o mesmo teor de sólidos solúveis, em torno de 25 °Brix (BANDEIRA et al. 2005).

A relação SS/AT é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor,

sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois indica o bom equilíbrio entre esses dois componentes. Quanto maior for essa relação maior será o grau de doçura (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Oliveira et al. (2010), a relação SS/AT está diretamente relacionada à qualidade dos frutos quanto ao atributo sabor, sendo observado um aumento durante o desenvolvimento dos frutos de sapoti.

Bhuva et al. (1991), estudando os efeitos dos níveis de NPK e lâminas de irrigação na produção e maturação de frutos de sapotizeiro na Universidade Agrícola de Gujarat/Índia, onde os tratamentos foram: 500g N + 250g de P₂O₅ + 250g K₂O, 1000g N + 500g de P₂O₅ + 500g K₂O e 1500g N + 750g de P₂O₅ + 750g K₂O por planta, observaram que as doses 1000g N + 500g de P₂O₅ + 500g K₂O induziram rendimentos mais elevados e aumento do teor de sólidos solúveis e açúcares solúveis.

Ghosh et al. (2012), realizou estudos de campo em West Bengal, Índia, de 2006 a 2010, para determinar a melhor dose de nitrogênio (N) e potássio (K) para maior rendimento e qualidade de frutos de sapoti (*Manilkara zapota*) cv. Cricket Ball em solos lateríticos. Os resultados mostraram que as doses que apresentaram maiores incrementos no crescimento, rendimento e qualidade dos frutos (sólidos solúveis totais, ácido ascórbico, teor de açúcar, peso do fruto, acidez titulável e celulose) foi a 400 g de N + 300 g K por planta por ano.

REFERÊNCIAS

ABREU, N. A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B. G.; TEXEIRA, G. A.; SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substratos com utilização de superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1117-1124, nov./dez. 2005.

ALI, S. H; LIN, T. S. Fruit development and maturation os sapodilla cv. Subang. **Proceedings International Conference on Tropical Fruits**. Kuala Lumpur, Malásia, v.1, p.397-402, 1996.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ASSIS, J. S.; LIMA, M. A. C.; AMORIM, T. B. F.; MARTINS, A. G. **Colheita e pós-colheita**. In: GENÚ, P. J. DE C. e PINTO, A.C. DE Q. A cultura da mangueira. EMBRAPA, Brasília; p. 193-221. 2002.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M. da; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. de. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

AVILAN R.L., G.E. LABOREM, M. FIGUEROA, and I. RANGEL. 1980. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanábana (*Annona muricata* L.). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 31, p.301-307.

BAEZ, M. A.; SILLER, H.; HEREDIA, B.; PORTILLO, T.; ARAIZA, E.; GARCÍA, S. and MUY, D.. Fisiologia poscosecha de frutos de chicozapote (*Achras zapota* L.) durante condiciones de mercadeo. **Proceedings of interamerican Society for Tropical Horticulture**. v. 41, p.209-214, 1997.

BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency. In: MONIZ, A.C. (Ed.) Plant-soil interactions at low pH. Campinas: SBCS, p.75-95. 1997.

BANDEIRA, C.T. et al. EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. **A cultura do sapoti**, 2005. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11929/2/00076300.pdf>. Acesso em: 06 de ago. de 2013.

BANDEIRA, C. T.; MESQUITA, A. L.; AQUINO, A. R. L.; CAVALCANTE JÚNIOR, A. T.; SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, F. N. S.; SOUZA NETO, J.; BARROS, L. M.; BRAGA SOBRINHO, R.; LIMA, R. N.; OLIVEIRA, V. H. **O cultivo do sapotizeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 13).

BARROSO, T. **Embrapa lança suas primeiras cultivares de sapoti**, 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2003/setembro/bn.2004-11-25.7914127808/>>. Acesso em: 14 de maio de 2013.

BATAGLIA, O.C. Métodos diagnósticos da nutrição potássica com ênfase no DRIS. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L (eds). Potássio na agricultura brasileira. SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Paulo, SP, 2004. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2005, cap.13, p.322-241.

BHUVA, H.P., KATRUDIA, J.S.; PATEL, R.G. Effect of different levels of moisture regime and nutrient on growth, yield and economics of sapota (*Achras sapota* L.) cv. Kalipatti. Haryana **J. Hort. Sci**, v. 19, n. 1/2, p. 71-78, 1990.

BHUVA, H.P.; KATRODIA, J.S.; PATEL R.G. Consumptive use, water use efficiency and moisture extraction pattern of sapota (*Achras sapota* L.) as influenced by varying levels of irrigation and fertilizers. **Indian J. Hort**, v. 49, n. 4, p. 291-295, 1991.

BRITO, C. C.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, P. V. Q.; TOSTA, M. S. e MEDEIROS, L. F. Adubação nitrogenada em cobertura na produção de porta-enxertos de sapotizeiro (*Manilkara Zapota* (L.) VON ROYEN). **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v. 03, p. 08-13, 2007.

BUWALDA, J.C.; GOH, K.M. Host-fungus competition for carbon as a cause of growth depressions in vesicular-arbuscular mycorrhizal ryegrass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.14, p.103-106, 1982.

CAMPBELL, C.W.; MALO, S.E.; GOLDWEBER, S. **The sapodilla**. s.l.: Agricultural Extension Service- University of Florida, 1967. 2p. (Fruits Crops Fact Sheet, 1).

CHANDLER, W.H. **Frutales de hoja perenne**. 1.ed. Ciudad de Mexico: Hispano-Americana, 1962. 666p. (Original em inglês, traduzido por Jose Luis de la Loma).

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

COSTA, L. N. Influência da adubação e estágio de maturação na qualidade e atividade antioxidante do sapoti. 2012. 69 p. **Dissertação** (Mestrado em agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

COSTA, M. L. ; MENEZES, J. B. ; PRAÇA, E. F. ; OLIVEIRA, O. F.. Algumas

características do fruto do sapotizeiro Itapirema-31 durante o desenvolvimento e o armazenamento. **Caatinga** (Mossoró), Mossoró-RN, v. 13, n.1/2, p. 15-18, 2000.

COSTA, N. P.; LUZ, T. V. B.; BRUNO, R. L. A.. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*spondias tuberosa* Arr. Câm.), colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n.2, p. 65-71, 2004.

CRESTE, J. E. O potássio na cultura dos citrus. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L (eds). Potássio na agricultura brasileira. SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Paulo, SP, 2004. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2005, cap. 19, p.491-522.

DURRANI, S. M.; PATIL, V. K.; KADAM, B. A.; KHEDKAR, P. M. 1982. Effect of N, P and K on the physico-chemical characteristics of sapota (*Achras sapota* L). **Journal of Food Science and Technology** 19(4): 164-165.

EPSTEIN, M.; BLOOM, A. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. Editora Planta, 2^a ed., 2006. 403p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. 2007. Potássio. In: NOVAIS RF; ALVAREZ VH; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594

FOUQUÉ, A. Espèces fruitières d'Amérique Tropicale: famille des Sapotacees. **Fruits**, Paris, v.27, n. 9, p. 632-643, sep. 1972.

GHOSH, S. N.; ROY, S.; BERA, B. Nitrogen and potassium nutrition in sapota grown in laterite soil. **Journal of Crop and Weed**, 2012 Vol. 8 No. 1 pp. 152-154

GONZALEZ, L.G; FELICIANO, P.A. Jr. The blooming and fruiting habits of the Ponderosa chico. **Philippine Agricultural Scientist**. v. 37, n. 7, p. 384-398, 1953.

GEURTS, I.F. **Sapodilla (*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg)**: aspects related to germplasm conservation- a preliminary report. Amsterdam: Royal Tropical Institute, 1982. 27 p.

LAKSHMINARAYANA, S.; H. SUBRAMANYAM. Physical, chemical and physiological changes in sapota fruit [*Achras sapota* Linn. (Sapotaceae)] during development and ripening. **Journal of Food Science and Technology**. 3:151-154, 1966.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; MOURA, R. J. M. de. **Sapotizeiro (*Manilkara zopota* L. von Royen)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 71 p. (Série frutas potenciais).

LEMOS, O.L. et al. Relação entre o metabolismo de nitrogênio e a fotossíntese na formação de frutos: uma revisão bibliográfica. **Diálogos & Ciência - Revista da Rede de Ensino FTC**, v.2, n.7, p.23-37, 2008.

LUCENA, E. M. P. de. Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga 'Tommy Atkins' no vale do São Francisco. 2006. 152 f. **Tese**. (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MALAVOLTA, E. Importância da adubação na qualidade dos produtos/função dos nutrientes na planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1, 1989, Ilha Solteira, SP. **Anais...** São Paulo: Icone, 1994. p.19-51

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 272p.

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

MALHEIROS, M. G. **Acúmulo e remobilização de NO₃ - e eficiência de uso de nitrogênio em variedades tradicional e melhorada de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2008. 70f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2008.

MARODIN J. C.; RESENDE, J. T. V.de; MORALES, R. G. F.; CAMARGO, C. K.; CAMARGO, L. K.P.; PAVINATO, P. S. Qualidade físico-química de frutos de morangueiro em função da adubação potássica. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 3 p. 50-57, 2010.

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

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MICKELBART, M.V. Sapodilla: A potential crop for subtropical climates. In: **Journal Janick** (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, p. 439-446, 1996.

MIRANDA, M.R.A. Alterações fisiológicas e histológicas durante o

desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado do sapoti. 2002. 136f. **Tese.** (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

MIRANDA, M.R.A.de; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; SOARES, A. A.; BENBADIS, A. K. Caracterização físico-química e histológica do desenvolvimento de Sapoti. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 575-582, 2008.

MORAIS, P.L.M.de.; LIMA, L.C. de OLIVEIRA.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALMEIDA, A. da SILVA. Alterações físicas, fisiológicas e químicas durante o armazenamento de duas cultivares de sapoti. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 04, p. 549-552, 2006.

MOURA, R.J.M.; SILVA JUNIOR, J.F. Recursos genéticos e melhoramento do sapotizeiro em Pernambuco. In: MANUEL ABÍLIO DE QUEIRÓZ; CLARA OLIVEIRA GOEDERT; SEMÍRAMIS RAMALHO R. RAMOS. (Org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina, PE/Brasília, DF: Embrapa Semi Árido/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

OLIVEIRA, L. de S. et al. Composição química e atividade de enzimas antioxidantes durante o desenvolvimento de sapoti. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal, 2010.

OLIVEIRA, R.P.; MACHADO, P.L.O.A.; BERNARDI, A.C.C.; NAUMOV, A. Considerações sobre o uso do solo e a regionalização do balanço de potássio na agricultura brasileira. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L (Eds.). Potássio na agricultura brasileira. SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Paulo, SP, 2004. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2005, cap. 6, p118-164.

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

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna**. Piracicaba, POTAFOS, 1990. 45p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. P. 163-179.

RELEKAR, P.P. et al. **Fruit production in sapota cv. Kalipatti**. Current Research, Univ. of Agr. Sci., Bangalore 20(6):104-106, 1991.

ROCAS, A.N. *Manilkara zapota* (L.) P. Royen. In: **Tropical Tree Seed Manual**.

Agricultural Handbook. J.A. Vozzo (ed.) Washington: Forest Service, United States Department of Agriculture. p. 564-566, 2002.

ROSOLEM, C.A. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (editores). Potássio na agricultura brasileira. SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Paulo, SP, 2004. Anais... Piracicaba: POTAFOS, 2005, cap.9, p.239-260.

SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. Sapota In: Postharvest biotechnology of fruits. Boca Raton: CRC, 1980. v. 2, p.59-64.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. V. A.; HIGASHI, E. N.; PAULA, T. A. e; MOREIRA, A.; RIBEIRO, F. A. Influência da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO e NUTRIÇÃO FLORESTAL, 2., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF-ESALQ, 1999. p. 120-125.

SILVA, H., A.Q. da SILVA, A.T. CAVALCANTE, and E. MALAVOLTA. 1984. Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. p. 320-325. In: 7. Congresso Brasileiro de Fruticultura (Florianópolis) **Anais...** Sociedade Brasileira de Fruticultura.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530p.

SINGH R., SINGH D., RAM T. 2000. Studies on the effect of NPK on growth, yield and quality of sapota (*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg) cv. Cricket ball. **Annals Biology** 16 (1): 79-82.

SOBRAL, L.F. **Nutrição e adubação do coqueiro.** In: Ferreira, J.M.S., Warwick, D.R.N., Siqueira, L.A., (Eds.) A cultura do coqueiro no Brasil. Aracaju: EMBRAPA-SPI, 1998. p.129-157.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, p. 95-113. 2004.

VICHIATO, M. **Influência da fertilização do porta-enxerto tangerineira (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan. cv. *cleópatra*) em tubetes, até a repicagem.** 1996. 82f. Dissertação de Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1996.

WILLIAMS, C.N.; CHEW, W.Y.; RAJARATNAM, J.H. **Tree and field crops of the wetter regions of the tropics.** London, UK: Longman, 1979. 262p.

CAPÍTULO 2 - ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE SAPOTIZEIRO cv. 'ITAPIREMA-31' EM MOSSORÓ – RN

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade de frutos de sapotizeiro 'Itapirema-31' foi realizado um experimento com doses crescentes de nitrogênio na fazenda Norfruit, localizada na comunidade de Pau Branco, Mossoró–RN. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos (0, 300, 600, 900 e 1.200 g planta⁻¹ de N, utilizando ureia como fonte), cinco repetições e cinco plantas por unidade experimental, sendo a parcela útil as três plantas centrais, as quais foram avaliadas durante dois ciclos. Os frutos foram avaliados quantitativamente (peso médio dos frutos, número e produção de frutos comercializáveis, número e produção totais de frutos colhidos, produtividades comercial e total) e qualitativamente (comprimento longitudinal e transversal, firmeza, vitamina C, sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação SS/AT). A adubação nitrogenada influenciou positivamente todas as características de produção, fornecendo a maior produtividade e a melhor qualidade de frutos na dose média de 640 g planta⁻¹ de N. Porém, o máximo teor de vitamina C e a máxima firmeza de frutos foram obtidos com as doses médias de 1.200 e 885 g planta⁻¹ de N, respectivamente.

Palavras-chave: *Manilkara zapota* L., produtividade, nutrição de plantas, nitrogênio.

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON YIELD AND QUALITY OF FRUITS OF SAPODILLA cv. ITAPIREMA-31 IN MOSSORÓ-RN-BRAZIL

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of nitrogen fertilizer on yield and quality of fruits of sapodilla 'Itapirema-31', an experiment with increasing levels of nitrogen was carried out at Norfruit farm, located in the community of Pau Branco, Mossoró-RN-Brazil. The experiment was arranged in a randomized complete blocks design, with five treatments (0; 300; 600; 900 and 1,200 g plant⁻¹ N, with urea as the source), five replications and five plants per plot, of which the three central plants were evaluated during two cycles. The fruits were evaluated quantitatively (mean fruit weight, number and production of marketable fruits, total number and production of harvested fruits, marketable and total fruit yields) and qualitatively (longitudinal and transverse lengths, firmness, vitamin C, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), hydrogen potential (pH), and SS/TA ratio). Nitrogen fertilization positively influenced all production characteristics, with greater fruit yield and better fruit quality achieved at an average dose of 640 g plant⁻¹ N. However the maximum vitamin C content and fruit firmness were obtained at the average doses of 1,200 and 885 g plant⁻¹ N, respectively.

Keywords: *Manilkara zapota* L., yield, plant nutrition, nitrogen

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do sapoti tem despertado o interesse de produtores em diversos países. Sendo variedades estritamente tropicais, os frutos são tolerantes à seca e se adaptam a uma grande variedade de solos, além de possuí alta rentabilidade (BARROSO, 2004).

O nitrogênio é constituinte fundamental das plantas, pois participa da composição dos: aminoácidos, enzimas, ácidos nucléicos e clorofila, aumentando a capacidade fotossintética das plantas (BATAGLIA et al. 2005). Em condições de deficiência de nitrogênio, a planta apresenta crescimento lento, com redução do porte, ramos finos e em menor número, e com tendência ao crescimento vertical, menor número de folhas, com redução da área foliar, clorose generalizada e queda prematura das folhas (MALAVOLTA, 2006).

Desta forma, o fornecimento de nitrogênio de forma equilibrada, na quantidade e na época corretas, é um dos fatores determinantes para concretização de colheita de frutos em quantidade e qualidade satisfatórias (ALENCAR, 2011).

A adubação nitrogenada deve considerar o fornecimento de N do solo, as exigências da cultura em função da colheita esperada, os períodos de maior necessidade da cultura, o processo de contato entre o nitrogênio e a raiz, as características do adubo nitrogenado utilizado e suas transformações e reações químicas e bioquímicas no solo (MALAVOLTA, 2006).

O balanço do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera é dado entre ganhos e perdas no sistema. Os ganhos são provenientes das adubações nitrogenadas, mineralização da matéria orgânica, fixação biológica e chuvas. As perdas são ocasionadas por extração pelas culturas, volatilização, desnitrificação, lixiviação, erosão e imobilização biológica (MALAVOLTA, 2006), sendo N o segundo elemento mais demandado pela cultura e o segundo mais exportado pelos frutos (SILVA et al., 1984).

Contudo, aplicações excessivas de fertilizantes, quando as necessidades são baixas ou quando as condições locais são desfavoráveis, podem provocar

desequilíbrios nutricionais, poluir o ambiente e tornar-se uma prática antieconômica. Conciliar todos esses aspectos com produtividades compensadoras são os principais objetivos da pesquisa agrônômica na atualidade (NATALE, 2011).

A literatura apresenta grande variação de resultados sobre os efeitos da aplicação de fertilizantes na qualidade dos produtos agrícolas, e em especial, de frutos. Por isso, os efeitos da adubação sobre a qualidade dos frutos devem ser cuidadosamente considerados (CARVALHO et al., 1989), sendo necessário determinar as doses de nutrientes que resultem em máxima produção econômica e melhor qualidade de saptis.

Com isso é de extrema urgência que se façam pesquisas, notadamente para cultura do saptizeiro, para que se tenha um respaldo científico podendo assim, ser repassadas aos fruticultores informações concretas sobre as necessidades da cultura.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar a melhor dose de nitrogênio (N) para maior produção e melhor qualidade de frutos de saptizeiro “Itapirema-31” no município de Mossoró/RN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido durante dois ciclos de cultivo do saptizeiro, 2010/2011 e 2011/2012, em um plantio comercial da Fazenda Norfruit situada na comunidade de Pau Branco, Mossoró – RN.

Este município está situado a 5° 11” de latitude sul e 37° 20” de longitude oeste e altitude de 18 m. O clima da região é semiárido e de acordo com Köppen é “BSwh”, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1995). Durante a condução do experimento, a estação meteorológica de Mossoró, apresentaram dados de temperatura média anual de 27,6°C, umidade relativa média de 68% e precipitação de 0,79 mm no primeiro ciclo e 28 mm no segundo ciclo.

A área experimental foi composta por sapotizeiros da cultivar Itapirema-31 com oito anos de idade, propagadas por enxertia, plantadas em espaçamento de 7 m x 7 m, em solo tipo argissolo vermelho-amarelo eutrófico latossólico (EMBRAPA, 2006), e irrigada por microaspersão.

Tendo em vista que as plantas utilizadas não tiveram poda de condução durante seu crescimento, em 27 de agosto de 2010, as plantas passaram por uma poda corretiva, na qual foram retirados os ramos quebrados, doentes, com crescimento voltado para o centro da copa e para o solo, os ramos verticais, além da poda média de todos os ramos de crescimento da planta sem considerar seu diâmetro. Durante a realização da poda, foram eliminados todos os frutos e flores presentes nas plantas. Em 29 de agosto de 2011, foi realizado apenas um desbaste nas plantas para evitar o crescimento excessivo, mantendo-as com o mesmo porte do ciclo anterior.

Por ocasião das adubações, as plantas foram coroadas, ou seja, capinadas ao seu redor, até o raio de 50 cm para fora da projeção da copa. Não foram necessárias pulverizações com inseticidas, acaricidas ou fungicidas.

Foram coletadas amostras de solo na área, correspondendo à projeção da copa para análise nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm, com auxílio de trado. As análises apresentaram, respectivamente, para as profundidades de 0-20 e de 20-40 cm: pH água = 7,58 e 7,84; COT (%) = 1,03 e 0,81; P (mg dm^{-3}) = 29,4 e 21,5; K (mg dm^{-3}) = 63,0 e 63,0; Na (mg dm^{-3}) = 178,7 e 156,7; Ca (cmolc dm^{-3}) = 3,70 e 3,80; Mg (cmolc dm^{-3}) = 1,10 e 1,20; SB (cmolc dm^{-3}) = 5,74 e 5,84; t (cmolc dm^{-3}) = 5,74 e 5,84; CTC (cmolc dm^{-3}) = 5,74 e 5,84; N (g kg^{-1}) = 0,70 e 0,63.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados com cinco tratamentos (0; 300; 600; 900 e 1200 g planta⁻¹), cinco repetições e cinco plantas por parcela, sendo utilizada para análise apenas as três plantas centrais (parcela útil). A aplicação foi parcelada em 3 (três) vezes: aos 30, 90 e 120 dias após a poda de frutificação. A fonte de nitrogênio utilizada foi uréia (45% de nitrogênio).

Concomitantemente, aplicou-se potássio (588g planta^{-1} de K_2O) e fósforo (880g planta^{-1} de P_2O_5), sendo utilizadas como fonte respectivamente o cloreto de potássio (58% de K_2O) e superfosfato simples (18% de P_2O_5), sendo as adubações com cloreto de potássio, parceladas em três vezes, juntamente com a de nitrogênio, e o superfosfato simples aplicado em dose única na primeira adubação. A adubação de cobertura foi realizada manualmente ao redor da planta, correspondendo à projeção da copa e a área molhada pelo sistema de irrigação.

A escolha das dosagens de adubação foi feita segundo a recomendação de Lederman et al. (2001). Esses autores determinaram que para o sapotizeiro a partir de quatro anos de idade a dosagem mais adequada de nitrogênio é de 600 g de N/planta e a dosagem mais adequada de potássio é de 400 g/planta . A partir desses dados foram selecionadas duas dosagens inferiores e duas superiores, com intervalo de $300\text{ g de nitrogênio}$.

As avaliações foram realizadas a cada colheita, totalizando oito colheitas no primeiro ciclo e dez no segundo ciclo de produção da cultura. No final do ciclo, foi calculada produção e produtividade por planta. A primeira colheita teve início em 18 de abril de 2011 e término em 01 de agosto de 2011; a segunda teve início em 16 de abril de 2012 e término em 30 de julho de 2012. Para análise de produção foram avaliadas as seguintes características: PMF - peso médio de frutos (g); NFC - número de frutos comercializáveis (unidade planta^{-1}); PFC - produção de frutos comercial (kg planta^{-1}); TFC - total de frutos colhidos (unidade planta^{-1}); PTC - produção total colhida (kg planta^{-1}); PdeC - produtividade comercial (kg ha^{-1}); PdeT - produtividade total (kg ha^{-1}). Os frutos comercializáveis foram todos aqueles que não possuíam danos físicos e que estavam maduros, ou seja, não apresentavam grau de maturação avançada.

As análises qualitativas dos frutos foram realizadas no Laboratório de Agricultura Irrigada da UFERSA, com os frutos na sua maturação fisiológica (234 dias após a poda), sendo utilizados 5 frutos por unidade experimental. Para análise de qualidade foram avaliadas as seguintes características: comprimento longitudinal e transversal (cm), com auxílio de paquímetro digital; firmeza da

polpa (N), obtida por um penetrômetro Mc Cormick modelo FT 327 com ponteira de 8 mm de diâmetro e expressa em Newton (N); vitamina C foi feita conforme a metodologia proposta por Strohecker e Henning (1967), os resultados expressos em mg de ácido ascórbico 100g^{-1} de polpa; sólidos solúveis (SS), determinados diretamente no suco utilizando-se um refratômetro digital, PR-100 Palette (Attago Co. Ltd, Japan) com correção automática de temperatura conforme metodologia descrita pela AOAC (2005), expressos em percentagem ($^{\circ}$ Brix); acidez titulável (AT) determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1N, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005), expresso em porcentagem (%) de ácido málico; o pH, determinado diretamente na polpa, utilizando-se um pHmetro de bancada (TECNOPON mPA 210) com membrana de vidro, de acordo com a recomendação da AOAC (2005), utilizando os tampões 4,0 e 7,0; e a relação sólidos solúveis/acidez titulável, pelo quociente dessas duas variáveis.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do software SISVAR (FERREIRA, 2010), sendo as médias dos dados quantitativos submetidas à análise de regressão (GOMES, 2009). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta para os fatores-tratamento foi realizado através do software Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Adubação nitrogenada na produção de frutos

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 1), no primeiro e segundo ciclo, houve efeito significativo da adubação nitrogenada sobre todas as variáveis analisadas, exceto para o peso médio dos frutos.

Tabela 1: Valores de ‘F’ para peso médio dos frutos (PMF), número de frutos comercializáveis (NFC), produção de frutos comercializáveis (PFC), total de frutos colhidos (TFC), produção total colhida (PTC), produtividade total (Produt.T) e comercial (Produt.C) de frutos de sapotizeiro em função de doses de nitrogênio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	PMF	NFC	PFC	TFC	PTC	Produt.T	Produt.C
Doses ⁽¹⁾	4	0,198 ^{ns}	8,808*	9,413**	8,645**	9,259**	9,258**	9,413**
Blocos ⁽¹⁾	4	0,345 ^{ns}	0,800 ^{ns}	0,816 ^{ns}	0,832 ^{ns}	0,851 ^{ns}	0,851 ^{ns}	0,816 ^{ns}
Resíduo ⁽¹⁾	16	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) ⁽¹⁾	-	21,89	26,09	25,44	25,75	25,10	25,10	25,44
Doses ⁽²⁾	4	0,808 ^{ns}	6,359**	3,675*	6,356*	3,684*	3,684*	3,675*
Blocos ⁽²⁾	4	1,324 ^{ns}	0,942 ^{ns}	1,053 ^{ns}	0,970 ^{ns}	1,077 ^{ns}	1,077 ^{ns}	1,053 ^{ns}
Resíduo ⁽²⁾	16	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) ⁽²⁾	-	14,71	15,65	22,31	15,58	22,30	22,30	22,31

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns – Não significativo

O nitrogênio é um nutriente importante na fisiologia das plantas, participando dos processos e reações para que ocorram o crescimento, o florescimento e a frutificação/produção. No sapotizeiro o nitrogênio é o terceiro nutriente exigido pela cultura (AVILÁN et al., 1980). Entretanto, Silva et. al. (1984), afirmam que o N é o segundo nutriente mais exigido pela cultura, que através da análise dos nutrientes exportados pelos frutos do sapotizeiro, constatou que o potássio é o nutriente mais exportado pelos frutos, seguido do nitrogênio, cálcio, enxofre, magnésio e fósforo.

O peso médio dos frutos não foi influenciado pela adubação nitrogenada, sendo encontrados valores médios de 203,21g e 212,91g para os ciclos 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente.

O valor do peso médio dos frutos encontrados concorda com os observados por Costa (2012) para a cv. Itapirema-31 (204,75 g), em cultivo adubado com 600g de nitrogênio por planta. Gazel Filho (2002), estudando sapoti, verificou que o fruto de forma arredondada possui um peso médio de 105,20 g, sendo este inferior

ao peso encontrada neste trabalho. Para Goenaga e Jenkins (2012), estudando diferentes cultivares de sapoti em Porto Rico, observaram um peso médio dos frutos variando de 650g-900g para a cv. Pantin, típica de trópicos úmidos, valores estes bem superiores ao encontrados neste trabalho.

Os maiores números de frutos comercializáveis (179,17 e 896,23 frutos planta⁻¹) foram obtidos com a dose estimada de 824g planta⁻¹ de N no ciclo 2010/2011 e 650g planta⁻¹ de N no ciclo 2011/2012. O mesmo comportamento foi observado para a produção de frutos comercializáveis, atingindo uma produção máxima de frutos de 32,27 e 139,21 kg planta⁻¹ com doses de 816,74 e 633,28 g planta⁻¹ de N, respectivamente nos ciclos 2010/2011 e 2011/2012. A partir destas dosagens, as curvas apresentaram um comportamento decrescente (Figura 1A e 1B).

Estes comportamentos são divergentes ao observado por Goenaga e Jenkins (2012), estudando os efeitos do nitrogênio orgânico e inorgânicos no crescimento, rendimento e qualidade de sapota 'Kalipatti' em Corozal e Isabela/Porto Rico, que atingiram em média 127 frutos planta⁻¹ com produção de 81 kg planta⁻¹ e 88 frutos planta⁻¹ com produção de 58,43 kg planta⁻¹, respectivamente. Singh et al (2000), estudando o efeito da adubação de NPK em Kaithal, Haryana/Índia, obtiveram aumento no número de frutos e produção por planta com a aplicação de doses mais elevadas de N, variando de 800 a 1200 g planta⁻¹ de N.

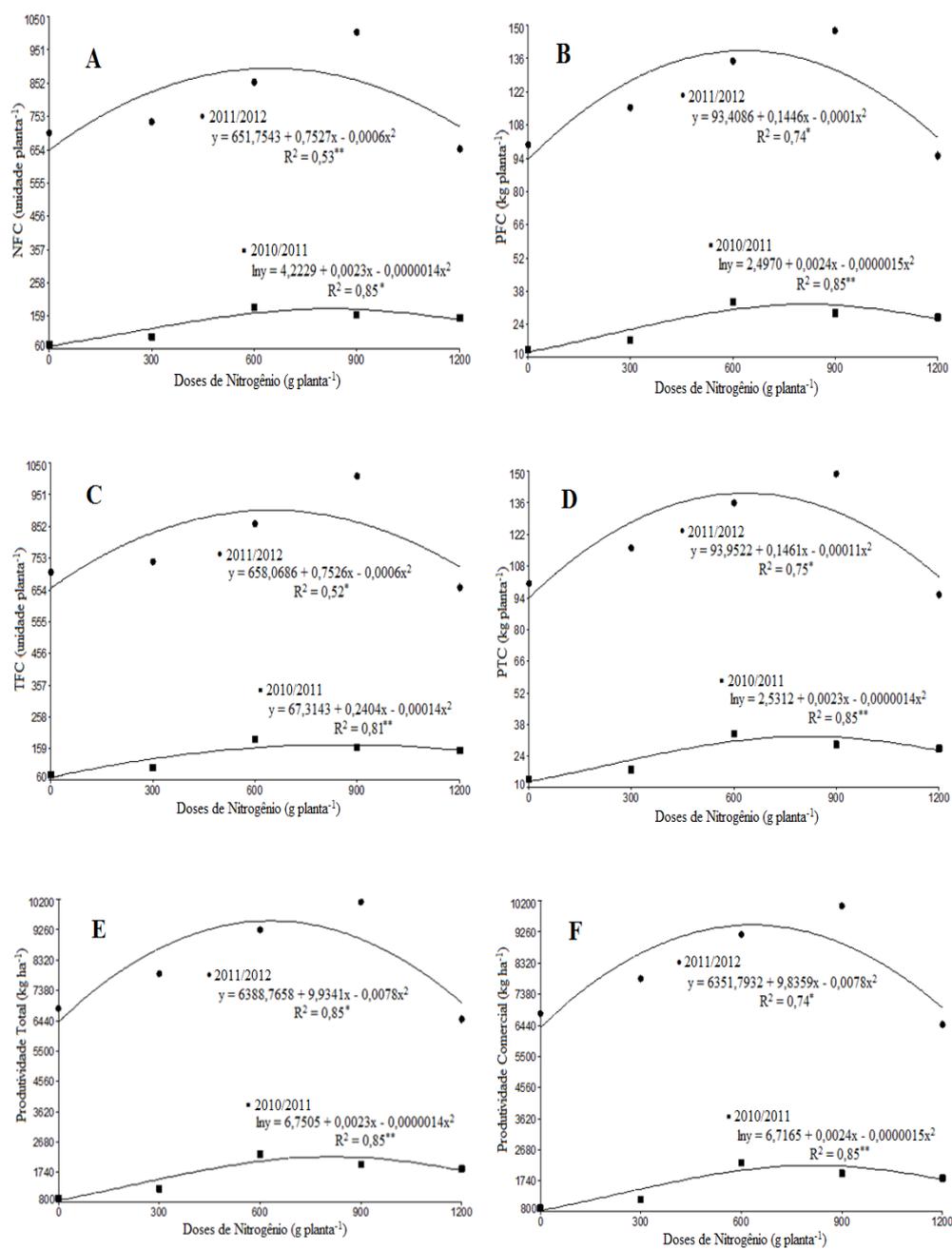


Figura 1 – Número de frutos comercializáveis (A), Produção de frutos comercializáveis (B), Total de frutos colhidos (C), Produção total colhida (D), Produtividade total (E) e Produtividade comercial (F) de sapotizeiro submetido à adubação nitrogenada. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Observa-se na Figura 1A e 1B que, o número de frutos e a produção de frutos comercializáveis do segundo ciclo foram superiores ao primeiro ciclo, apresentando um incremento da ordem de 400% para o número de frutos comercializáveis e de 331,35% na produção por planta em relação ao primeiro ciclo com doses menores de nitrogênio, aumentando conseqüentemente a produtividade da área. Isso se deve, em parte, a poda de frutificação drástica realizada antes da aplicação dos tratamentos no primeiro ciclo, diferentemente da poda de desponte realizada antes da aplicação dos tratamentos do segundo ciclo.

A severidade no encurtamento dos ramos do primeiro ciclo, pode ter reduzido a relação C:N nos tecidos próximos à gema, razão pela qual este crescimento é mais vigoroso e menos frutífero (PIZA JUNIOR, 1997). E segundo Borba et al. (2005), plantas ou ramos submetidos à poda mais leve apresentam maior frutificação efetiva, ou seja, maior fixação de frutos, por apresentar maiores quantidades de reservas. A limitação de carboidratos, bem como, a baixa mobilização de reservas (amido) é considerada como um fator limitante na fixação de frutos (RUIZ et al., 2001).

No primeiro ciclo, o número total de frutos colhidos (TFC) foi de 170,14 frutos planta⁻¹, com maior produção total colhida (PTC) estimada em 32,571kg planta⁻¹, nas doses de 855,56 e 814,730g planta⁻¹ de N, respectivamente. Já no segundo ciclo, o TFC e a PTC aumentaram para 901,82 frutos planta⁻¹, pesando 140,184 kg planta⁻¹ com redução das doses de nitrogênio para 647,74 e 632,909 g planta⁻¹ de N, respectivamente (Figura 1C e 1D). Apresentando, em ambos os ciclos, cerca de 1% de perdas durante a colheita, motivado pelo ataque de insetos, pássaros e morcegos, quando os frutos amadurecem na planta, danificando os mesmos e impossibilitando sua comercialização.

Estes resultados são inferiores aos existentes na literatura, onde Bhuvu et al. (1991), verificaram melhores índices de produção com a dose de 1000 g planta⁻¹ de N, contudo superiores aos encontrados por Ghosh et al. (2012) com a dose de 400g planta⁻¹ de N para a obtenção da produção máxima estimada.

A máxima produtividade total estimada foi de 2.215 kg ha⁻¹ de frutos no

primeiro ciclo, sendo comercializáveis 99% desta produção (2.195 kg ha⁻¹ de frutos), utilizando-se a dose média de 815 g planta⁻¹ de N. Já no segundo ciclo, houve um incremento de 330% nas produtividades total (9.532kg.ha⁻¹ de frutos) e comercial (9.466kg.ha⁻¹ de frutos), mesmo reduzindo as doses de nitrogênio para 633 g planta⁻¹ de N (Figura 1E e 1F).

Esta produtividade é inferior à obtida por Goenaga e Jenkins (2012), que obtiveram a produtividade máxima estimada em 16.527 kg ha⁻¹ para sapotis produzidos em Corozal e 11.920 kg ha⁻¹ em Isabela, Porto Rico. Entretanto, comportamento semelhante foi verificado por Singh et al. (2000), Singh et al. (2003) e Ghosh et al. (2012), em experimentos realizados na Índia, que atingiram produtividade entre 9.000 e 10.000 kg ha⁻¹, aplicando doses médias de nitrogênio variando de 400 a 800 g planta⁻¹ de N.

A redução da necessidade de N verificada no segundo ciclo pode estar relacionada com a recuperação das injúrias sofridas durante a poda corretiva que antecedeu o primeiro ciclo. Além do que, a adubação realizada no primeiro ciclo pode ter aumentado a quantidade de nitrogênio na planta, reduzindo a dose necessária no segundo ciclo.

A relação quadrática entre níveis de N e produção de frutos, geralmente, é apontada em trabalhos que estudam amplos níveis do nutriente. Isto ocorre porque, após atingir determinado nível do nutriente, onde ocorre crescimento máximo, o excesso de N pode provocar desequilíbrio entre os nutrientes e intoxicar a planta, reduzindo sua eficiência de aproveitamento, além das perdas por lixiviação (DOUGHERTY & RHYKERD, 1985). O comportamento das curvas de produção e produtividade concorda com o comentário de Goenaga e Jenkins (2012), afirmando que o excesso de nitrogênio provoca a redução na produtividade do sapotizeiro.

Adubação nitrogenada na qualidade de frutos

O resumo da análise de variância das características estudadas, no primeiro e segundo ciclo, é apresentado na tabela 2. Observa-se que houve efeito

significativo das doses de nitrogênio apenas para firmeza dos frutos, vitamina C e pH durante o segundo ciclo.

Tabela 2: Valores de ‘F’ para comprimento longitudinal (CL), comprimento transversal (CT), firmeza (FIRM), vitamina C (Vit.C), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH) de frutos de sapoti em função de doses de nitrogênio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	CL	CT	FIRM	Vit.C	SS	AT	pH	SS/AT
Doses ⁽¹⁾	4	0,750 ^{ns}	0,398 ^{ns}	1,571 ^{ns}	1,542 ^{ns}	0,432 ^{ns}	1,136 ^{ns}	0,091 ^{ns}	1,112 ^{ns}
Blocos ⁽¹⁾	4	0,425 ^{ns}	0,414 ^{ns}	0,586 ^{ns}	2,747 ^{ns}	0,260 ^{ns}	1,880 ^{ns}	2,511 ^{ns}	1,360 ^{ns}
Resíduo ⁽¹⁾	16	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) ⁽¹⁾	-	5,84	8,03	16,92	18,05	8,72	21,11	1,55	22,93
Doses ⁽²⁾	4	0,230 ^{ns}	1,246 ^{ns}	15,845**	8,862**	1,364 ^{ns}	0,987 ^{ns}	4,137*	0,785 ^{ns}
Blocos ⁽²⁾	4	1,298 ^{ns}	2,016 ^{ns}	1,482 ^{ns}	2,541 ^{ns}	0,532 ^{ns}	2,846 ^{ns}	6,544**	1,444 ^{ns}
Resíduo ⁽²⁾	16	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) ⁽²⁾	-	4,12	4,81	6,19	9,98	6,97	16,72	1,32	17,63

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns – Não significativo

O comprimento longitudinal e transversal do sapoti não foram influenciados pelas doses de nitrogênio. Verifica-se, em média, que o comprimento longitudinal e transversal foi de 6,95 cm e 7,00; 6,90 e 7,37 cm, respectivamente, no primeiro e segundo ciclo (Tabela 3). A relação diâmetro transversal e longitudinal sendo maior ou igual a 1, indica um formato arredondado do fruto.

Tabela 3: Valores médios das variáveis de qualidade de frutos de sapoti em função de doses de nitrogênio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

CICLOS	CL	CT	FIRM	Vit.C	SS	AT	pH	SS/AT
2010/2011	6,95	7,00	113,17	11,84	18,90	0,11	5,95	179,53
2011/2012	6,90	7,37	-	-	23,54	0,12	-	195,62

Unidades: CL e CT (cm), FIRM (N); Vit. C (mg.100g⁻¹); SS (°Brix); AT (% ác. málico)

O tamanho dos frutos deste trabalho foi maior que os dos frutos avaliados por Costa et al. (2000) e semelhante ao avaliados por Costa (2012), que também verificaram uma tendência ao formato arredondado do sapoti “Itapirema-31”, com um diâmetro transversal superior ao longitudinal.

No primeiro ciclo, não houve diferença significativa para a firmeza dos frutos entre as doses de nitrogênio, apresentando uma média de firmeza de polpa de 113,166 N. Porém, houve diferença estatística entre as doses durante o segundo ciclo a 1% de probabilidade pelo teste F, observando frutos mais firmes (122,77 N) com dose máxima estimada de 885,968 g planta⁻¹ de N e uma redução na firmeza dos frutos com doses de nitrogênio superiores a esta (Figura 2A).

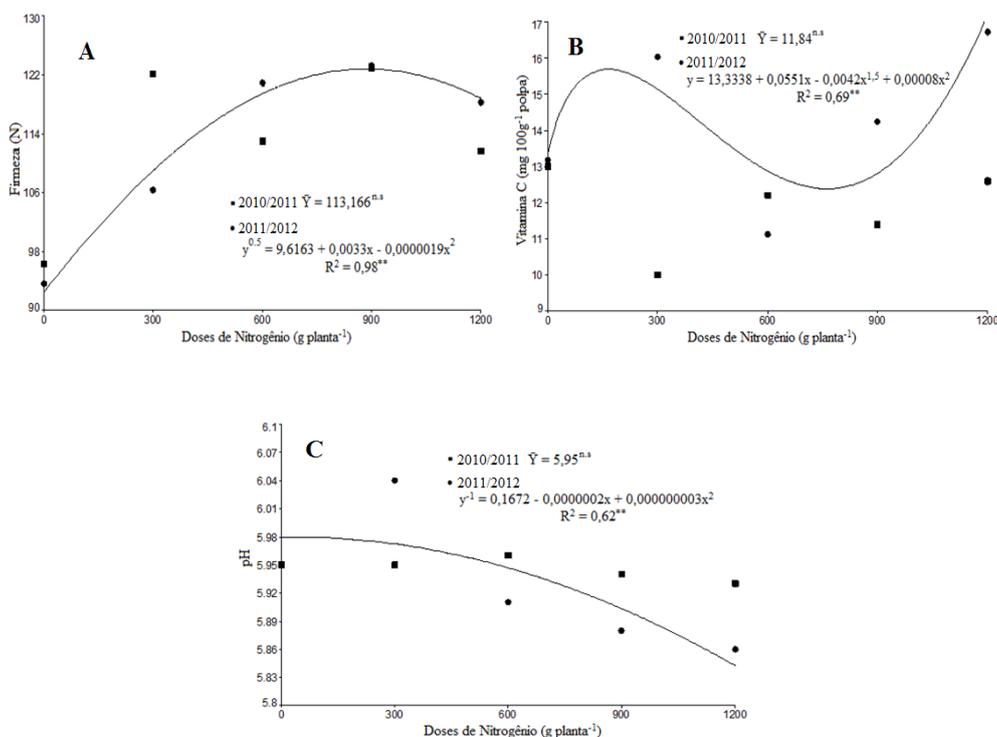


Figura 2 – Firmeza (A), vitamina C (B) e pH (C) dos frutos de sapotizeiro submetido à adubação nitrogenada. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Essa redução da firmeza com o excesso de nitrogênio pode ser explicada devido doses elevadas de N causar um aumento da síntese de aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas, resultando em crescimento demasiado e da

diminuição de metabólitos não nitrogenados, tornando as células maiores, e as paredes celulares menos espessas (MARSCHNER, 1998). Nessas condições, os tecidos perdem a firmeza (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os valores da firmeza encontrados nesse trabalho foram superiores aos observados por Miranda (2002), em que a firmeza do sapoti Itapirema-31 reduziu de 81,9 N para 9,2 N ao longo do desenvolvimento. Superando também os valores encontrados por Costa (2012), onde frutos de sapotizeiro adubados com 300 g planta⁻¹ de N atingiram 101,69 N de firmeza de polpa.

As dosagens de nitrogênio aplicadas não apresentaram diferença significativa para vitamina C no primeiro ciclo, atingindo uma média de 11,84 mg.100g⁻¹ de polpa. Entretanto, no segundo ciclo, apresentou significância à probabilidade de 1% pelo teste F, obtendo 17,16 mg.100g⁻¹ de polpa com a dose máxima aplicada (Figura 2B). Estes resultados são superiores aos encontrados por Oliveira et al. (2011) e Isabelle et al. (2010), que registraram um conteúdo de vitamina C na polpa de sapoti de 8,45 mg.100g⁻¹ e 10,14 mg.100 g⁻¹, respectivamente.

Dentre os fatores que influenciam o teor de vitamina C em frutos e vegetais, Lee e Kader (2000) relatam que altas taxas de fertilizantes nitrogenados tendem a decrescer os teores de vitamina C. Entretanto, Marinho et al. (2001) trabalhando com fontes e doses de N em mamoeiro, verificaram que a adubação nitrogenada promoveu produção de frutos com teor mais elevado de vitamina C, corroborando com os resultados deste trabalho. O mesmo foi relatado por Singh et al. (2000), ao constatarem que o teor de ácido ascórbico de sapoti da cv. Cricket Ball aumentou com as doses crescentes de N. Porém, como o teor de vitamina C é influenciado por vários fatores pré e pós-colheita, a pequena variação encontrada neste trabalho no segundo ciclo, pode também ser atribuída às condições climáticas, práticas culturais, método de colheita e/ou até mesmo ao manuseio pós-colheita, já que tais médias ficaram dentro da faixa normal para sapoti e não corresponderam regularmente ao aumento das doses de nitrogênio (SILVA, ALVARENGA, MACIEL, 2013; LEE & KADER, 2000).

Não houve diferença significativa entre os teores de sólidos solúveis e acidez titulável em função das diferentes doses de nitrogênio para ambos os ciclos, alcançando teores médios de 18,9°Brix e 0,111% no primeiro ciclo e, de 23,54°Brix e 0,115% no segundo ciclo (Tabela 3).

Costa (2012) avaliando doses de nitrogênio, observou um conteúdo de sólidos solúveis (18,57°Brix) semelhante ao encontrado no primeiro ciclo. Resultados superiores foram apresentados por Alves et al. (2000), relatando um conteúdo sólidos solúveis de 25,98 °Brix em frutos de sapotizeiro.

No primeiro ciclo, não houve diferença significativa para os valores de pH, apresentando um valor médio de 5,95. No segundo ciclo, houve um leve decréscimo nos valores de pH com o aumento da dose de nitrogênio, apresentando uma pequena variação nos valores do pH de 5,88 a 6,04 (Figura 2C). Estes valores são superiores aos observados por Costa (2012) e Brito et al. (2002) que encontraram uma variação de pH de 4,95 a 5,89.

As dosagens testadas não tiveram efeito sobre a relação SS/AT dos frutos de sapotizeiro (Tabela 3), nota-se que a relação SS/AT da adubação nitrogenada apresentou uma leve variação entre os ciclos, com valores médios de 179,53 no primeiro ciclo e de 195,62 no segundo ciclo, indicando um leve aumento no sabor do fruto no segundo ciclo. Superando também, os resultados observados por Oliveira et al. (2010) e Costa (2012) na relação SS/AT.

4 CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada influenciou positivamente todas as características de produção, atingindo maior produtividade e frutos de qualidade com a dose média de 640 g planta⁻¹ de N. Porém, o máximo teor de vitamina C e firmeza dos frutos foram obtidos com as doses 1200 e 885 g planta⁻¹ de N, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Renato Dantas. **Adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de goiabas no Distrito Irrigado do Baixo Açu (RN)**. 2011. 76f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2011.

ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MOURA, C.F.H. Sapoti. In: ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MOURA, C.F.H. (Ed.). **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: Funep, 2000. p.55-58. (Frutas nativas, 9).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – A. O. A. C. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18 ed. Maryland: A.O.A.C., 2005.

AVILÁN R.L., G.E. LABOREM, M. FIGUEROA, and I. RANGEL. 1980. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanábana (*Annona muricata* L.). **Agronomia Tropical**, Maracay 31:301-307.

BARROSO, T. **Embrapa lança suas primeiras cultivares de sapoti**, 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2003/setembro/bn.2004-11-25.7914127808/>>. Acesso em: 14 de maio de 2013.

BATAGLIA, O.C. Métodos diagnósticos da nutrição potássica com ênfase no DRIS. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L (eds). Potássio na agricultura brasileira. SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Paulo, SP, 2004. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2005, cap.13, p.322-241.

BHUVVA, H.P.; KATRODIA, J.S.; PATEL R.G. Consumptive use, water use efficiency and moisture extraction pattern of sapota (*Achras sapota* L.) as influenced by varying levels of irrigation and fertilizers. **Indian Journal Horticulture**, v. 49, n. 4, p. 291-295, 1991.

BORBA, M.R.C.; SCARPARE FILHO, J.A.; KLUGE, R.A. Teores de carboidratos em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.68-72, 2005.

BRITO, E. S.; NARAIN, N. Physical and chemical characteristics of sapota fruit at different stages of maturation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 567-572, 2002.

CARMO FILHO F.; OLIVEIRA O. F. 1995. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM,

(Coleção Mossoroense, série B) 62p.

CARVALHO, S. A.; ROCHA, A. C.; TAVARES, E. D. Efeitos dos principais nutrientes na qualidade das frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.11, n. 1, p. 35-44, 1989.

COSTA, L. N. **Influência da adubação e estágio de maturação na qualidade e atividade antioxidante do sapoti**. 2012. 69 p. Dissertação (Mestrado em agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

COSTA, M. L. ; MENEZES, J. B. ; PRAÇA, E. F. ; OLIVEIRA, O. F. . Algumas características do fruto do sapotizeiro Itapirema-31 durante o desenvolvimento e o armazenamento. **Caatinga** (Mossoró), Mossoró-RN, v. 13, n.1/2, p. 15-18, 2000.

DOUGHERTY, C.T.; RHYKERD, C.L. The role of nitrogen in forage-animal production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Eds.) **Forages: the science of grassland agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1985. p.318-325.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 5.3**. Lavras-MG: UFLA, 2010.

GAZEL FILHO, A.B. Caracterización de plantas de Chicozapote (*manilkara zapota* (L.) P. van Royen) de la colección del catie, mediante el uso del análisis multivariado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 727-730, 2002.

GHOSH, S. N.; ROY, S.; BERA, B. Nitrogen and potassium nutrition in sapota grown in laterite soil. **Journal of Crop and Weed**, 2012 Vol. 8 No. 1 pp. 152-154

GOENAGA, R.; JENKINS, D. Yield and Fruit Quality Traits of Mamey Sapote Cultivars Grown at Two Locations in Puerto Rico. **HortTechnology April 2012 vol. 22 no. 2 263-267**

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba – SP: Editora Fealq, 2009. 451p.

ISABELLE, M. et al. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. **Food Chemistry**, 123, p. 77–84, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**:

métodos químicos e físicos para análise de alimentos. v.1, 4 ed., São Paulo, 2005, 1018p.

JANDEL SCIENTIFIC. **Table curve**: curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991. 280p.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; MOURA, R. J. M. de. **Sapotizeiro** (*Manilkara zapota* L. von Royen). Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 71 p. (Série frutas potenciais).

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.207-220, 2000.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARINHO, C.S.; OLIVEIRA, M.A.B. de; MONNERAT, P.H.; VIANNI, R.; MALDONADO, J.F. Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v.58, n.2, p.345-348, 2001.

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

MIRANDA, M.R.A. **Alterações fisiológicas e histológicas durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado do sapoti**. 2002. 136f. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

NATALE, W. (2011) **Calagem, adubação e nutrição da cultura da goiabeira**. Disponível em: <http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_William/Livrogoiaba_pdf/1_Calagemadubacaonutricao.pdf> Acessado em 02 jan. 2014

OLIVEIRA, L. de S. et al. Composição química e atividade de enzimas antioxidantes durante o desenvolvimento de sapoti. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal, 2010.

OLIVEIRA, V.S.de. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 342-348, 2011.

PIZA JR., C. DE. T.; KAVATI, R. **A cultura da goiaba de mesa**. Campinas, CATI, 1997. 28p (Boletim Técnico, 219).

RUIZ, A.; GARCIA-LUIS, C.; MONERRI, C.; GUARDIOLA, J.L. Carbohydrate availability in relation to fruitlet in Citrus. **Annals of Botany**, Oxford, v. 87, p.805-812, 2001.

SILVA, E. C.; ALVARENGA, P. P. M.; MACIEL, G. M. Avaliações físico-químicas de frutos de tomateiro em função de doses de potássio e nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 29, n. 6, p. 1788-95, 2013.

SILVA, H., A.Q. da SILVA, A.T. CAVALCANTE, and E. MALAVOLTA. 1984. Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. p. 320-325. In: 7. Congresso Brasileiro de Fruticultura (Florianópolis) **Anais...** Sociedade Brasileira de Fruticultura.

SILVA, M. G. et al. **Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa - MG. Resumos Expandidos. Viçosa: UFV, 2002. p. 612-614.

SINGH D., AHLAWAT V.P., VERMA S.L., SINGH B. 2003. Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization in 'Cricket Ball' sapota (Manilkara achras). **Indian J. Agril. SCI.** 73(8): 419-421.

SINGH R., SINGH D., RAM T. 2000. Studies on the effect of NPK on growth, yield and quality of sapota (Manilkara achras (Mill.) Fosberg) cv. Cricket ball. **Annals Biology** 16 (1): 79-82.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, p. 95-113. 2004.

CAPÍTULO 3 - ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE SAPOTIZEIRO cv. 'ITAPIREMA-31' EM MOSSORÓ – RN

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito da adubação potássica na produção e qualidade de frutos de sapotizeiro 'Itapirema-31' foi realizado um experimento com doses crescentes de potássio na fazenda Norfruit, localizada na comunidade de Pau Branco, Mossoró–RN. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos (0; 200; 400; 600 e 800 g planta⁻¹ K₂O, utilizando cloreto de potássio como fonte), cinco repetições e com cinco plantas por unidade experimental, sendo a parcela útil as três plantas centrais, avaliadas durante dois ciclos e utilizando cloreto de potássio como fonte. Os frutos foram avaliados quantitativamente (peso médio dos frutos, número e produção de frutos comercializáveis, número e produção totais de frutos colhidos, produtividades comercial e total) e qualitativamente (comprimento longitudinal e transversal, firmeza, vitamina C, sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação SS/AT). A adubação potássica influenciou positivamente todas as características de produção, atingindo maior produtividade e melhor qualidade de frutos com a dose média de 433 g planta⁻¹ de K₂O. Porém, o máximo teor de vitamina C foi obtido com a dose média de 624 g planta⁻¹ de K₂O.

Palavras-chave: *Manilkara zapota* L., produtividade, nutrição de plantas, potássio.

EFFECT OF POTASSIUM FERTILIZATION ON YIELD AND QUALITY OF FRUITS OF SAPODILLA cv. ITAPIREMA-31 IN MOSSORÓ-RN-BRAZIL

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of potassium fertilizer on yield and quality of fruits of sapodilla 'Itapirema-31', an experiment with increasing levels of potassium was carried out at Norfruit farm, located in the community of Pau Branco, Mossoró-RN-Brazil. The experiment was arranged in a randomized complete blocks design, with five treatments (0, 200, 400, 600 and 800 g plant⁻¹ K₂O, with potassium chloride as the source), five replications and five plants per plot, of which the three central plants were evaluated during two cycles. The fruits were evaluated quantitatively (mean fruit weight, number and production of marketable fruits, total number and production of harvested fruits, marketable and total fruit yields) and qualitatively (longitudinal and transverse lengths, firmness, vitamin C, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), hydrogen potential (pH), and SS/TA ratio). Potassium fertilization positively influenced all production characteristics, with greater fruit yield and better fruit quality achieved at an average dose of 433 g plant⁻¹ K₂O. However the maximum vitamin C content was obtained at the average dose of 624 g plant⁻¹ K₂O.

Keywords: *Manilkara zapota* L., yield, plant nutrition, potassium

1 INTRODUÇÃO

A adubação mineral exerce papel importante no crescimento, desenvolvimento das culturas. O nitrogênio e o potássio fornecidos de forma equilibrada, promovem crescimento vegetativo, formação de gemas floríferas e frutíferas (MARSCHNER, 1998; FILGUEIRA, 2000), por atuar em vários processos metabólicos dos vegetais.

Para as plantas, de forma geral, o potássio está relacionado com a síntese de proteínas e de carboidratos, sendo que sua deficiência resulta em uma menor síntese de proteínas e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, como aminoácidos, amidas e nitrato. Portanto, o adequado aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados depende, também, de um eficiente suprimento de potássio às plantas (FAQUIM, 1994; LOPES e GUILHERME, 1992). Além disso, o potássio é ainda responsável por promover o armazenamento de açúcares e amido, estimular o crescimento vegetativo e melhorar a utilização da água e a resistência a pragas e doenças (MALAVOLTA et al., 1989), tornando-o determinante na produção e na qualidade dos frutos, especialmente, em relação aos aspectos físicos, químicos das frutas, como a firmeza, a cor da casca, o teor de sólidos solúveis, a acidez e distúrbios fisiológicos. Estes fatores são responsáveis pelo aumento da vida de prateleira e da comercialização do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A produção do sapotizeiro, geralmente, concentra-se em três meses do ano nos países produtores (MICKELBART, 1996). Porém, resultados de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa no Nordeste do Brasil mostraram que a produção do sapotizeiro irrigado e com adubação equilibrada, produz durante todo o ano (BANDEIRA et al., 2003).

O potássio é o macronutriente mais exigido pela cultura do sapotizeiro, sendo também o mais exportado pelos frutos (AVILÁN et al. 1980; SILVA, et al. 1984). De acordo com Marschener (1998), uma das razões para que as plantas

apresentem alto nível de exigência em potássio é o fato de haver necessidade em manter elevado o teor do nutriente no citoplasma das células, para garantir uma ótima atividade enzimática, pois esse nutriente não apresenta alta afinidade com compostos orgânicos, e para manter a neutralização de ânions e manutenção do pH em níveis adequados ao funcionamento das células .

Plantas deficientes em potássio caracterizam-se por crescimento lento, raízes pouco desenvolvidas, caules fracos e muito flexíveis e mais suscetíveis a ataques de doenças, além de prejudicarem a formação de sementes e frutos com menor tamanho e com menor intensidade de cor (ERNANI et al., 2007).

Para obtenção de uma colheita de frutos em quantidade e qualidade satisfatórias (ALENCAR, 2011), se faz necessário uma adubação equilibrada, considerando as exigências da cultura, a produtividade e os resultados de análise de solo (SILVA et al., 2002).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi determinar a melhor dose de potássio (K_2O) para maior produção e melhor qualidade de frutos de sapatizeiro “Itapirema-31” no município de Mossoró/RN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido durante dois ciclos de cultivo do sapatizeiro, 2010/2011 e 2011/2012, em um plantio comercial da Fazenda Norfruit situada na comunidade de Pau Branco, Mossoró – RN.

Este município está situado a 5° 11” de latitude sul e 37° 20” de longitude oeste e altitude de 18 m. O clima da região é semiárido e de acordo com Köppen é “BSwh”, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1995). Durante a condução do experimento, a estação meteorológica de Mossoró, apresentaram dados de temperatura média anual de 27,6°C, umidade relativa média de 68% e precipitação de 0,79 mm no primeiro ciclo e 28 mm no segundo ciclo.

A área experimental foi composta por saptizeiros da cultivar Itapirema-31 com oito anos de idade, propagadas por enxertia, plantadas em espaçamento de 7 m x 7 m, em solo tipo argissolo vermelho-amarelo eutrófico latossólico (EMBRAPA, 2006), e irrigada por microaspersão.

Tendo em vista que as plantas utilizadas não tiveram poda de condução durante seu crescimento, em 27 de agosto de 2010, as plantas passaram por uma poda corretiva, na qual foram retirados os ramos quebrados, doentes, com crescimento voltado para o centro da copa e para o solo, os ramos verticais, além da poda média de todos os ramos de crescimento da planta sem considerar seu diâmetro. Durante a realização da poda, foram eliminados todos os frutos e flores presentes nas plantas. Em 29 de agosto de 2011, foi realizado apenas um despoite nas plantas para evitar o crescimento excessivo, mantendo-as com o mesmo porte do ciclo anterior.

Por ocasião das adubações, as plantas foram coroadas, ou seja, capinadas ao seu redor, até o raio de 50 cm para fora da projeção da copa. Não foram necessárias pulverizações com inseticidas, acaricidas ou fungicidas.

Foram coletadas amostras de solo na área, correspondendo à projeção da copa para análise nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm, com auxílio de trado. As análises apresentaram, respectivamente, para as profundidades de 0-20 e de 20-40 cm: pH água = 7,58 e 7,84; COT (%) = 1,03 e 0,81; P (mg dm^{-3}) = 29,4 e 21,5; K (mg dm^{-3}) = 63,0 e 63,0; Na (mg dm^{-3}) = 178,7 e 156,7; Ca (cmolc dm^{-3}) = 3,70 e 3,80; Mg (cmolc dm^{-3}) = 1,10 e 1,20; SB (cmolc dm^{-3}) = 5,74 e 5,84; t (cmolc dm^{-3}) = 5,74 e 5,84; CTC (cmolc dm^{-3}) = 5,74 e 5,84; N (g kg^{-1}) = 0,70 e 0,63.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados com cinco tratamentos (0; 200; 400; 600 e 800 g planta⁻¹), cinco repetições e cinco plantas por parcela, sendo utilizada para análise apenas as três plantas centrais (parcela útil). A aplicação foi parcelada em 3 (três) vezes: aos 30, 90 e 120 dias após a poda de frutificação. A fonte de potássio utilizada foi cloreto de potássio (58% de potássio).

Concomitantemente, aplicou-se nitrogênio (800g planta^{-1} de N) e fósforo (880g planta^{-1} de P_2O_5), sendo utilizadas como fonte respectivamente a uréia (45% de N) e superfosfato simples (18% de P_2O_5), sendo as adubações com uréia, parceladas em três vezes, juntamente com o de potássio, e o superfosfato simples aplicado em dose única na primeira adubação. A adubação de cobertura foi realizada manualmente ao redor da planta, correspondendo à projeção da copa e a área molhada pelo sistema de irrigação.

A escolha das dosagens de adubação foi feita segundo a recomendação de Lederman et al. (2001). Esses autores determinaram que para o sapotizeiro a partir de quatro anos de idade a dosagem mais adequada de nitrogênio é de 600 g de N/planta e a dosagem mais adequada de potássio é de 400 g/planta . A partir desses dados foram selecionadas duas dosagens inferiores e duas superiores, com intervalo de 200 g de potássio .

As avaliações foram realizadas a cada colheita, totalizando oito colheitas no primeiro ciclo e dez no segundo ciclo de produção da cultura. No final do ciclo, foi calculada produção e produtividade por planta. A primeira colheita teve início em 18 de abril de 2011 e término em 01 de agosto de 2011; a segunda teve início em 16 de abril de 2012 e término em 30 de julho de 2012. Para análise de produção foram avaliadas as seguintes características: PMF - peso médio de frutos (g); NFC - número de frutos comercializáveis (unidade planta^{-1}); PFC - produção de frutos comercial (kg planta^{-1}); TFC - total de frutos colhidos (unidade planta^{-1}); PTC - produção total colhida (kg planta^{-1}); PdeC - produtividade comercial (kg ha^{-1}); PdeT - produtividade total (kg ha^{-1}). Os frutos comercializáveis foram todos aqueles que não possuíam danos físicos e que estavam maduros, ou seja, não apresentavam grau de maturação avançada.

As análises qualitativas dos frutos foram realizadas no Laboratório de Agricultura Irrigada da UFERSA, com os frutos na sua maturação fisiológica (234 dias após a poda), sendo utilizados 5 frutos por unidade experimental. Para análise de qualidade foram avaliadas as seguintes características: comprimento longitudinal e transversal (cm), com auxílio de paquímetro digital; firmeza da

polpa (N), obtida por um penetrômetro Mc Cormick modelo FT 327 com ponteira de 8 mm de diâmetro e expressa em Newton (N); vitamina C foi feita conforme a metodologia proposta por Strohecker e Henning (1967), os resultados expressos em mg de ácido ascórbico 100g^{-1} de polpa; sólidos solúveis (SS), determinados diretamente no suco utilizando-se um refratômetro digital, PR-100 Palette (Attago Co. Ltd, Japan) com correção automática de temperatura conforme metodologia descrita pela AOAC (2005), expressos em percentagem ($^{\circ}$ Brix); acidez titulável (AT) determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1N, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005), expresso em porcentagem (%) de ácido málico; o pH, determinado diretamente na polpa, utilizando-se um pHmetro de bancada (TECNOPON mPA 210) com membrana de vidro, de acordo com a recomendação da AOAC (2005), utilizando os tampões 4,0 e 7,0; e a relação sólidos solúveis/acidez titulável, pelo quociente dessas duas variáveis.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do software SISVAR (FERREIRA, 2010), sendo as médias dos dados quantitativos submetidas à análise de regressão (GOMES, 2009). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta para os fatores-tratamento foi realizado através do software Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Adubação potássica na produção de frutos

Em ambos os ciclos, a adubação potássica promoveu efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F, para as variáveis analisadas, exceto o peso médio dos frutos (Tabela 4).

Tabela 4: Valores de ‘F’ para número de frutos comercializáveis (NFC), produção de frutos comercializáveis (PFC), total de frutos colhidos (TFC), produção total colhida (PTC), produtividade total (Produt.T) e comercial (Produt.C) de frutos de sapoti em função de doses de potássio produzidos em 2010 (1) e 2011 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	PMF	NFC	PFC	TFC	PTC	Produt.T	Produt.C
Doses ⁽¹⁾	4	1,059 ^{ns}	9,859**	10,078**	9,880**	10,081**	10,081**	10,078**
Blocos ⁽¹⁾	4	2,159 ^{ns}	0,478 ^{ns}	0,582 ^{ns}	0,502 ^{ns}	0,605 ^{ns}	0,605 ^{ns}	0,582 ^{ns}
Resíduo ⁽¹⁾	16	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) ⁽¹⁾	-	19,38	23,37	23,39	22,97	23,01	23,01	23,39
Doses ⁽²⁾	4	1,774 ^{ns}	9,228**	7,952**	9,402**	8,134**	8,134**	7,952**
Blocos ⁽²⁾	4	1,812 ^{ns}	0,893 ^{ns}	2,198 ^{ns}	0,916 ^{ns}	2,269 ^{ns}	2,269 ^{ns}	2,198 ^{ns}
Resíduo ⁽²⁾	16	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) ⁽²⁾	-	12,93	10,26	11,59	10,11	11,54	11,54	11,59

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns – Não significativo

No sapotizeiro, o potássio é o nutriente mais exigido pela cultura (AVILÁN et al., 1980; SILVA et al., 1984; BRITO et al., 1985), que através da análise dos nutrientes exportados pelos frutos do sapotizeiro, constatou que o potássio é o nutriente mais exportado pelos frutos, seguido do nitrogênio, cálcio, enxofre, magnésio e fósforo. Assim, esse elemento deve ser aplicado no início da produção dos frutos, devido à exigência dos mesmos nessa fase (JANSE VAN VUUREN e STASSEN, 1997).

O peso médio dos frutos não foi influenciado pela adubação potássica, sendo encontrados valores médios de 213,32g e 206,61g para os ciclos 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente.

Os valores encontrados para esta variável supera os observados por Costa (2012) e Moura e Silva Júnior (1999) para a cv. Itapirema-31, em plantas adubadas com 400g de potássio por planta, na qual relataram peso médio de 195,75 g e 197 g, respectivamente. Goenaga e Jenkins (2012), estudando diferentes cultivares de sapoti em Porto Rico, observaram peso médio dos frutos variando de 650g-900g

para a cv. Pantin, típica de trópicos úmidos, valores estes bem superiores ao encontrados neste trabalho.

O maior número de frutos comercializáveis (213,46 e 984,02 frutos planta⁻¹) foram obtidos com a dose estimada de 475 g planta⁻¹ de K₂O no ciclo de 2010/2011 e 444 g planta⁻¹ de K₂O no ciclo de 2011/2012. O mesmo comportamento foi observado para a produção de frutos comercializáveis, atingindo uma produção máxima de frutos de 37,95 e 143,33 kg planta⁻¹ com doses de 469,67 e 429,29 g planta⁻¹ de K₂O, respectivamente nos ciclos 2010/2011 e 2011/2012. A partir destas dosagens, as curvas apresentaram um comportamento decrescente (Figura 3A e 3B). Resultados estes semelhante ao relatado por Bhuva et al. (1991), com experimento conduzido na Universidade Agrícola de Gujarat/Índia, na qual obtiveram maior número de frutos e produção com uma dose de 500 g planta⁻¹ de K₂O.

Estes resultados são divergentes ao observado por Goenaga e Jenkins (2012), em Corozal e Isabela/Porto Rico, que atingiram em média 127 frutos planta⁻¹ com produção de 81 kg planta⁻¹ e 88 frutos planta⁻¹ com produção de 58,431 kg planta⁻¹, respectivamente. Singh et al. (2000) em experimento realizado em Kaithal, Haryana/Índia, observaram que o aumento das doses de potássio e fósforo não influenciaram os parâmetros de produção.

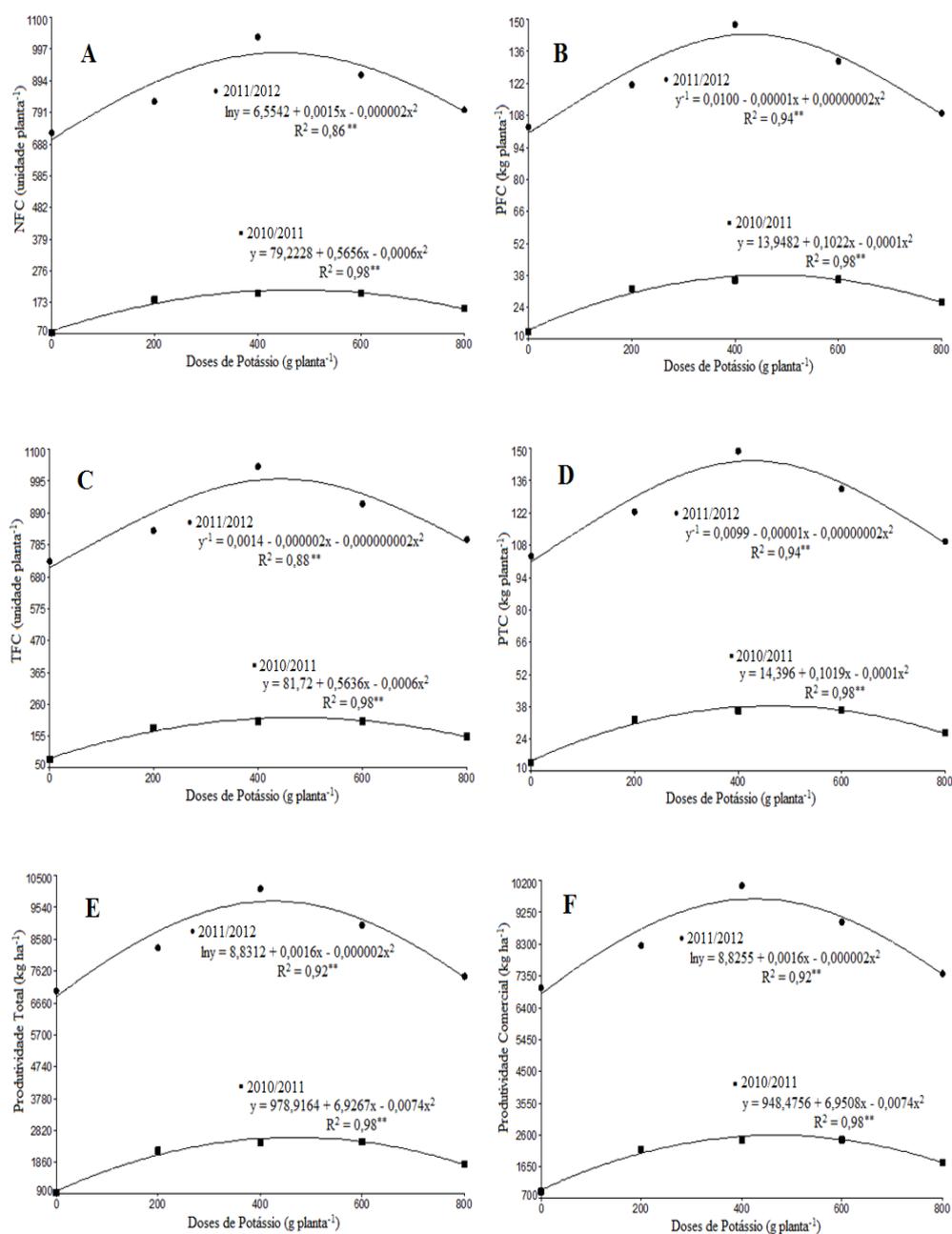


Figura 3 – Número de frutos comercializáveis (A), Produção de frutos comercializáveis (B), Total de frutos colhidos (C), Produção total colhida (D), Produtividade total (E) e Produtividade comercial (F) de sapotizeiro submetido à adubação potássica. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Observa-se na Figura 3A e 3B que, o número de frutos e a produção de frutos comercializáveis do segundo ciclo foram superiores ao primeiro ciclo, apresentando um incremento da ordem de 361% para o número de frutos comercializáveis e de 278% na produção por planta em relação ao primeiro ciclo com doses menores de potássio, aumentando consequentemente a produtividade da área. Isso se deve, em parte, a poda corretiva realizada antes da aplicação dos tratamentos no primeiro ciclo, diferentemente da poda de desponte realizada antes da aplicação dos tratamentos do segundo ciclo.

A severidade no encurtamento dos ramos do primeiro ciclo, pode ter reduzido a relação C:N nos tecidos próximos à gema, razão pela qual este crescimento é mais vigoroso e menos frutífero (PIZA JUNIOR, 1997). E segundo Borba et al. (2005), plantas ou ramos submetidos à poda mais leve apresentam maior frutificação efetiva, ou seja, maior fixação de frutos, por apresentar maiores quantidades de reservas. A limitação de carboidratos, bem como, a baixa mobilização de reservas (amido) é considerada como um fator limitante na fixação de frutos (RUIZ et al., 2001).

No primeiro ciclo, o total de frutos colhidos (TFC) estimado foi de 215,18 frutos planta⁻¹, com produção total colhida (PTC) estimada em 38,260 kg planta⁻¹, nas doses de 473,6 e 468,6 g planta⁻¹ de K₂O, respectivamente. Já no segundo ciclo, o TFC e a PTC aumentaram para 1001,533 frutos planta⁻¹, pesando 144,456 kg planta⁻¹ com redução das doses de potássio para 444 e 428,6 g planta⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 3C e 3D). Apresentando, em ambos os ciclos, cerca de 1% de perdas durante a colheita, motivado pelo ataque de insetos, pássaros e morcegos, quando os frutos amadurecem na planta, danificando os mesmos e impossibilitando sua comercialização.

Estes resultados são superiores aos existentes na literatura, onde Bhuvu et al. (1991) verificaram melhores índices de produção com a dose de 500g planta⁻¹ de K₂O, contudo inferiores aos encontrados por Ghosh et al. (2012) com a dose de 300g planta⁻¹ de K₂O para a obtenção da produção máxima estimada.

A máxima produtividade total estimada foi de 2.601 kg ha⁻¹ de frutos no

primeiro ciclo, sendo comercializáveis 99% desta produção (2.580 kg ha⁻¹ de frutos), utilizando-se a dose média de 469 g planta⁻¹ de K₂O. Já no segundo ciclo, houve um incremento de 274% nas produtividades total (9.722 kg ha⁻¹ de frutos) e comercial (9.647 kg ha⁻¹ de frutos), mesmo reduzindo as doses de potássio para 427 g planta⁻¹ de K₂O (Figura 3E e 3F).

Esta produtividade é inferior à obtida por Goenaga e Jenkins (2012), que obteve a produtividade máxima estimada em 16.527 kg ha⁻¹ para sapotis produzidos em Corozal e 11.920 kg ha⁻¹ em Isabela, Porto Rico. Entretanto, comportamento semelhante foi verificado por Bhuvra et al. (1991), Singh et al. (2000), Singh et al. (2003) e Ghosh et al. (2012), com experimentos realizados na Índia, aplicando doses médias de potássio variando de 200 a 500 g planta⁻¹ de K₂O.

Adubação potássica na qualidade de frutos

A adubação potássica não influenciou significativamente a qualidade dos frutos de sapotizeiro Itapirema-31 para todas as características avaliadas durante o primeiro ciclo. Em relação ao segundo ciclo, foi verificada uma diferença estatística apenas para a vitamina C, ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 5).

Tabela 5: Valores de ‘F’ para comprimento longitudinal (CL), comprimento transversal (CT), firmeza (FIRM), vitamina C (Vit.C), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação SS/AT de frutos de sapoti em função de doses de potássio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	CL	CT	FIRM	Vit.C	SS	AT	pH	SS/AT
Doses ⁽¹⁾	4	2,654 ^{ns}	0,978 ^{ns}	0,305 ^{ns}	0,920 ^{ns}	0,519 ^{ns}	0,582 ^{ns}	1,404 ^{ns}	0,536 ^{ns}
Blocos ⁽¹⁾	4	2,773 ^{ns}	1,062 ^{ns}	1,220 ^{ns}	0,883 ^{ns}	0,675 ^{ns}	1,786 ^{ns}	0,499 ^{ns}	2,409 ^{ns}
Resíduo ⁽¹⁾	16	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) ⁽¹⁾	-	5,59	7,41	11,62	25,59	7,30	15,12	1,52	16,59
Doses ⁽²⁾	4	1,866 ^{ns}	2,504 ^{ns}	0,376 ^{ns}	11,293 ^{**}	1,130 ^{ns}	1,467 ^{ns}	1,788 ^{ns}	0,302 ^{ns}
Blocos ⁽²⁾	4	0,309 ^{ns}	2,568 ^{ns}	0,899 ^{ns}	1,078 ^{ns}	0,867 ^{ns}	2,196 ^{ns}	2,426 ^{ns}	2,723 ^{ns}
Resíduo ⁽²⁾	16	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%) ⁽²⁾	-	4,72	4,10	10,13	9,80	7,79	12,65	1,90	13,45

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns – Não significativo

O comprimento longitudinal e transversal do sapoti não foram influenciados pelas doses de potássio. No primeiro ciclo, apresentando em média comprimento longitudinal de 7,11cm e transversal de 7,07cm. Comportamento semelhante ocorreu no segundo ciclo, com comprimento longitudinal e transversal de 6,89cm e 7,28cm, respectivamente (Tabela 6). A relação diâmetro transversal e longitudinal foi de 0,99 no primeiro ciclo, e maior que 1 no segundo ciclo, indicando uma tendência ao formato arredondado do fruto.

Tabela 6: Valores médios das variáveis de qualidade de frutos de sapoti em função de doses de potássio produzidos em 2010/2011 (1) e 2011/2012 (2). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

CICLOS	CL	CT	FIRM	Vit.C	SS	AT	pH	SS/AT
2010/2011	7,11	7,07	115,68	12,92	19,00	0,11	5,96	167,49
2011/2012	6,89	7,28	115,80	-	21,90	0,12	5,90	191,91

Unidades: CL e CT (cm), FIRM (N); Vit. C (mg.100g⁻¹); SS (°Brix); AT (% ác. málico)

O tamanho dos frutos deste trabalho foi maior que os dos frutos avaliados por Costa et al. (2000) e semelhante ao avaliados por Costa (2012), que também verificaram uma tendência ao formato arredondado do sapoti “Itapirema-31”, com um diâmetro transversal superior ao longitudinal. Brito e Narain (2002), ao trabalhar com sapoti, encontraram diâmetros transversais de 7,6 cm e longitudinais de 6,4 cm.

Não houve diferença significativa para a firmeza dos frutos entre as doses de potássio, apresentando uma média de 115,66 N e 115,80 N, nos ciclos 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente (Tabela 6). Comportamento semelhante foi observado por Costa (2012), onde a adubação potássica não influenciou a firmeza da polpa de frutos de sapotizeiro, porém obtiveram valores médios inferiores (91,48 N) ao observado neste trabalho, superando os valores encontrados por Miranda (2002), em que a firmeza do sapoti Itapirema-31 recém-colhido atingiu 81,9 N.

As dosagens aplicadas não apresentaram diferença significativa para vitamina C no primeiro ciclo, atingindo uma média de 12,92 mg 100g⁻¹ de polpa (Tabela 6). Entretanto, no segundo ciclo, apresentou significância à probabilidade de 1% pelo teste F, obtendo 16,26 mg 100g⁻¹ de polpa com a dose máxima estimada de 624,63 g planta⁻¹ de K₂O (Figura 4). Resultados estes superiores aos encontrados por Oliveira et al. (2011) e Isabelle et al. (2010), que registraram um conteúdo de vitamina C na polpa de sapoti de 8,45 mg 100g⁻¹ e 10,14 mg 100 g⁻¹, respectivamente.

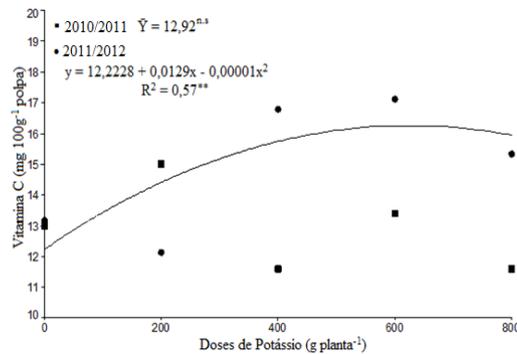


Figura 4 – Conteúdo de vitamina C dos frutos de sapotizeiro submetido à adubação potássica (K_2O). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Singh et al. (2000), Singh et al. (2003) e Costa (2012) verificaram que o conteúdo de vitamina C não apresentou diferença significativa para as doses de potássio, houve apenas uma redução do conteúdo de vitamina C associado ao amadurecimento dos frutos, encontrando valores semelhantes ao observados neste trabalho. Ghosh et al. (2012) observaram um incremento no conteúdo de vitamina C em plantas de sapotizeiro adubadas com $300 \text{ g planta}^{-1}$ de K_2O .

Porém, como o teor de vitamina C é influenciado por vários fatores pré e pós-colheita, a pequena variação encontrada neste trabalho no segundo ciclo, pode também ser atribuída às condições climáticas, práticas culturais, método de colheita e/ou até mesmo ao manuseio pós-colheita (LEE e KADER, 2000).

Não houve diferença significativa entre os teores de sólidos solúveis e acidez titulável diante de diferentes doses de potássio para ambos os ciclos, alcançando teores médios de 19°Brix e $0,114\%$ de ácido málico no primeiro ciclo e, de $21,9^\circ\text{Brix}$ e $0,116\%$ de ácido málico no segundo ciclo (Tabela 6).

Costa (2012) avaliando doses de potássio, observou sólidos solúveis de $19,98^\circ\text{Brix}$ em plantas de sapotizeiro adubadas com $400 \text{ g planta}^{-1}$ de K_2O , e valores de acidez titulável de $0,12\%$ de ácido málico para frutos de sapotizeiro recém-colhidos. O mesmo foi observado por Oliveira (2012), em que a acidez do sapoti atingiu valores médios de $0,11\%$ de ácido málico.

Resultados superiores foram apresentados por Alves et al. (2000), relatando um conteúdo sólidos solúveis de 25,98 °Brix em frutos de sapotizeiro. Singh et al. (2000) em experimento realizado em Kaithal, Haryana/Índia, observaram que o aumento das doses de potássio e fósforo não influenciaram os valores de sólidos solúveis e acidez titulável de frutos de sapotizeiro.

Não houve diferença significativa para os valores de pH, apresentando um valor médio de 5,96 e 5,90, nos ciclos de 2010/2011 e 2011/2012 (Tabela 6). Valores estes superiores aos observados por Costa et al. (2000), Costa (2012) e Brito et al. (2002) que encontraram uma variação de pH de 4,95 a 5,89.

As dosagens testadas não tiveram efeito sobre a relação SS/AT dos frutos de sapotizeiro (Tabela 6). Nota-se que a relação SS/AT da adubação potássica apresentou uma pequena variação entre os ciclos, com valores médios de 167,49 no primeiro ciclo e de 191,91 no segundo ciclo, indicando um aumento no sabor do fruto no segundo ciclo, superando também, os resultados observados por Oliveira et al. (2010) e Costa (2012), com plantas de sapotizeiro adubadas com 400 g planta⁻¹ de K₂O.

4 CONCLUSÕES

A adubação potássica influenciou positivamente todas as características de produção, atingindo maior produtividade e frutos de qualidade com a dose estimada de 433 g planta⁻¹ de K₂O. Porém, o máximo teor de vitamina C dos frutos foi obtido com a dose de 624,63 g planta⁻¹ de K₂O.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Renato Dantas. **Adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de goiabas no Distrito Irrigado do Baixo Açu (RN)**. 2011. 76f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2011.

ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MOURA, C.F.H. Sapoti. In: ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MOURA, C.F.H. (Ed.). **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: Funep, 2000. p.55-58. (Frutas nativas, 9).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – A. O. A. C. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18 ed. Maryland: A.O.A.C., 2005.

AVILÁN R.L., G.E. LABOREM, M. FIGUEROA, and I. RANGEL. 1980. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanábana (*Annona muricata* L.). **Agronomia Tropical**, Maracay 31:301-307.

BANDEIRA, C.T. et al. **O cultivo do saptizeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 13).

BHUVA, H.P.; KATRODIA, J.S.; PATEL R.G. Consumptive use, water use efficiency and moisture extraction pattern of sapota (*Achras sapota* L.) as influenced by varying levels of irrigation and fertilizers. **Indian J. Hort**, v. 49, n. 4, p. 291-295, 1991.bb

BORBA, M.R.C.; SCARPARE FILHO, J.A.; KLUGE, R.A. Teores de carboidratos em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.68-72, 2005.

BRITO, E. S.; NARAIN, N. Physical and chemical characteristics of sapota fruit at different stages of maturation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 567-572, 2002.

BRITO, J. K. de. **Teores de nutrientes nas folhas de oito espécies frutíferas na Zona da Mata de Pernambuco**. Recife, PE:UFRPE, 1985. 78p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1985.

CARMO FILHO F.; OLIVEIRA O. F. 1995. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, série B) 62p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:**

fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005.

COSTA, L. N. **Influência da adubação e estágio de maturação na qualidade e atividade antioxidante do sapoti**. 2012. 69 p. Dissertação (Mestrado em agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

COSTA, M. L. ; MENEZES, J. B. ; PRAÇA, E. F. ; OLIVEIRA, O. F. . Algumas características do fruto do sapotizeiro Itapirema-31 durante o desenvolvimento e o armazenamento. **Caatinga** (Mossoró), Mossoró-RN, v. 13, n.1/2, p. 15-18, 2000.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. 1017 p.

FAQUIM, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras/FAEPE, p.118-125, 1994. (Apostila do curso de especialização – Pós-Graduação “Latu Sensu”), Solos e Meio Ambiente. GEUS, J. D. DE. Fertilizer requirements of tropical fruit crops. **Stikstof**, v.8, p.41-64, 1964.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 5.3**. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, 2000. 402p.

GHOSH, S. N.; ROY, S.; BERA, B. Nitrogen and potassium nutrition in sapota grown in laterite soil. **Journal of Crop and Weed**, 2012 Vol. 8 No. 1 pp. 152-154

GOENAGA, R.; JENKINS, D. Yield and Fruit Quality Traits of Mamey Sapote Cultivars Grown at Two Locations in Puerto Rico. **HortTechnology** April 2012 vol. 22 no. 2 263-267

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba – SP: Editora Fealq, 2009. 451p.

ISABELLE, M. et al. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. **Food Chemistry**, 123, p. 77–84, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. v.1, 4 ed., São Paulo, 2005, 1018p.

- JANDEL SCIENTIFIC. **Table curve**: curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991. 280p.
- JANSE VAN VUURWN, B. P. H.; SHIVANANDA, T. N. Seasonal uptake of macro elements by young bearing “sensation” mango trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 1, n.445, p. 164-174, 1997.
- LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; MOURA, R. J. M. de. **Sapotizeiro** (*Manilkara zapota* L. von Royen). Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2001. 71 p. (Série frutas potenciais).
- LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.207-220, 2000.
- LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos. 2.ed. rev.e atual. São Paulo: ANDA, 1992. 64p. (ANDA. Boletim Técnico, 4).
- MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S.A. DE. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS. 201p, 1989.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1998. 889p.
- MICKELBART, M.V. Sapodilla: A potential crop for subtropical climates. In: **Journal Janick** (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, p. 439-446, 1996.
- MIRANDA, M.R.A. **Alterações fisiológicas e histológicas durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado do sapoti**. 2002. 136f. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- MOURA, R. J. M.; SILVA JÚNIOR, J. F. Recursos genéticos e melhoramento do sapotizeiro em Pernambuco. In: MANUEL ABÍLIO DE QUEIRÓZ; CLARA OLIVEIRA GOEDERT; SEMÍRAMIS RAMALHO R. RAMOS. (Org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina, PE/Brasília, DF: Embrapa Semi Árido/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.
- OLIVEIRA, L. de S. et al. Composição química e atividade de enzimas antioxidantes durante o desenvolvimento de sapoti. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal, 2010.

OLIVEIRA, L. S. Avaliação do Metabolismo Antioxidante Durante o Desenvolvimento de Frutos de Clones de Aceroleira e Sapotizeiro. 2012. 94f. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

OLIVEIRA, V. S. de. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 342-348, 2011.

PIZA JR., C. DE. T.; KAVATI, R. **A cultura da goiaba de mesa**. Campinas, CATI, 1997. 28p (Boletim Técnico, 219).

RUIZ, A.; GARCIA-LUIS, C.; MONERRI, C.; GUARDIOLA, J.L. Carbohydrate availability in relation to fruitlet in Citrus. **Annals of Botany**, Oxford, v. 87, p.805-812, 2001.

SILVA, H., A.Q. da SILVA, A.T. CAVALCANTE, and E. MALAVOLTA. 1984. Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. p. 320-325. In: 7. Congresso Brasileiro de Fruticultura (Florianópolis) **Anais...** Sociedade Brasileira de Fruticultura.

SILVA, M. G. et al. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DEFEIJÃO, 7, 2002, Viçosa - MG. Resumos Expandidos. Viçosa: UFV, 2002. p. 612-614.

SINGH D., AHLAWAT V.P., VERMA S.L., SINGH B. 2003. Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization in 'Cricket Ball' sapota (Manilkara achras). **INDIAN J. AGRIL. SCI.** 73(8): 419-421.

SINGH R., SINGH D., RAM T. 2000. Studies on the effect of NPK on growth, yield and quality of sapota (Manilkara achras (Mill.) Fosberg) cv. Cricket ball. **Annals Biology** 16 (1): 79-82.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analysis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.