

MAURO DA SILVA TOSTA

**MAMOEIRO FORMOSA 'TAINUNG - 01' SOB
ADUBAÇÃO COM FOSFATO MONOAMÔNICO E
ENXOFRE**

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

**ORIENTADOR:
PROF. DR. VANDER MENDONÇA**

**MOSSORÓ - RN
2013**

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de
classificação e catalogação da Biblioteca “Orlando
Teixeira” da UFERSA**

T716m Tosta, Mauro da Silva.

Mamoeiro Formosa ‘Tainung - 01’ sob adubação com fosfato monoamônico e enxofre. / Mauro da Silva Tosta. -- Mossoró, 2013.
140f.: il.

Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural
do Semi-Árido.

Orientador: D.Sc. Vander Mendonça.

1. *Carica papaya* L. 2. Fósforo. 3. Fertilizante sulfatado. 4. Produção. 5.
Qualidade de fruto. I.Título.

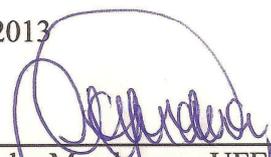
CDD: 634.651

MAURO DA SILVA TOSTA

**MAMOEIRO FORMOSA 'TAINUNG - 01' SOB ADUBAÇÃO COM
FOSFATO MONOAMÔNICO E ENXOFRE**

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

APROVADA EM: 22 / 02 / 2013



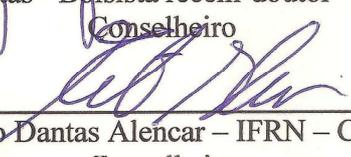
Prof. Dr. Vander Mendonça – UFERSA
Presidente



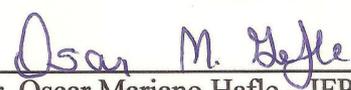
Prof. Dr. Eudes de Almeida Cardoso - UFERSA
Conselheiro



Dr. Django Jesus Dantas - Bolsista recém-doutor - CAPES / UFERSA
Conselheiro



Prof. Dr. Renato Dantas Alencar – IFRN – Campus Apodi
Conselheiro



Prof. Dr. Oscar Mariano Hafle – IFPB - Campus Sousa
Conselheiro

Ao meu amado Irmão Wilson Galdino e ao amigo
Thiago Holanda, os quais já partiram para o Oriente
Eterno.

Dedico

A todas as pessoas que me ajudaram durante toda
a Pós-Graduação, principalmente meus familiares
e ao Grupo de Fruticultura da UFERSA; como
também aos Discentes, aos Docentes e os
Funcionários da UFERSA.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, por guiar e iluminar meus caminhos para superar dificuldades; e por me dar a oportunidade de ser pai.

A minha amada esposa, Priscilla, pela amizade, companheirismo, ajuda, compreensão e muita paciência em todas as dificuldades surgidas.

A minha linda filha, Letícia, por me dar a honra de ser teu papai.

Aos meus familiares e amigos, pois são os meus alicerces; os quais são lembrados em nome de meus pais, Maria e Laurêncio, e dos meus irmãos Joel e Fábio. Além do meu Sogro, Padrinho e Irmão Edilson Freire e a minha querida Madrinha e Sogra Maria do Socorro, pois são os meus pais adotivos; os quais têm muito apreço. Pois, além de serem maravilhosos, são responsáveis, indiretamente, pelos meus maiores tesouros: minha amada esposa Priscilla e minha idolatrada filha Letícia.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pela oportunidade de adquirir conhecimentos científicos e vivência acadêmica.

A CAPES pela bolsa de fomento para desenvolvimento da pesquisa.

Ao Grupo de Pesquisa de Fruticultura da UFERSA, os quais nunca sempre estiveram presentes e atuantes durante toda a minha Pós-Graduação; em que todo o meu agradecimento é pouco.

A empresa “WG Fruticultura”, principalmente ao meu Irmão Wilson Galdino e a sobrinha Priscilliana; sem os quais, não seria possível desenvolver esta pesquisa.

Ao meu grande amigo Alexandre Hanazaki, com o qual aprendi muito e foi uma peça chave durante esta pesquisa.

Aos meus amados Irmãos, no qual passamos e passaremos grandes momentos de fraternidade; os quais me deram oportunidade em caminhar no rumo da Arte Real.

Muito Obrigado!

"Se alguém lhe fechar a porta, não gaste energia com o confronto, procure as janelas. Lembre-se da sabedoria da água, a qual nunca discute com seus obstáculos, mas os contorna."

"Dar o exemplo não é a melhor forma de ensinar alguma coisa a alguém, mas é a única maneira!"

(Makarenko, 1928)

BIOGRAFIA

MAURO DA SILVA TOSTA, filho de Maria Nunes da Silva e Laurêncio Garcia Tosta, nasceu em 20 de agosto de 1980, em Cassilândia (MS); tendo como irmãos Fábio da Silva Tosta e Joel da Silva Tosta; casado com Priscilla de Aquino Freire Tosta e pai de Letícia de Aquino Freire Tosta. Concluiu o Ensino Fundamental e o Médio no “Colégio Estadual de Primeiro e Segundo Grau Marechal Rondon” em 1997, na cidade natal. Em 2007, concluiu a Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), sendo da primeira turma (“Os Pioneiros”), em Cassilândia (MS). Em 2009 concluiu o Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Rural do Semi-Árido (UFERSA) - Mossoró (RN) , financiado pelo CNPq. No ano de 2013 concluiu o Doutorado em Fitotecnia na UFERSA, financiado pela Capes; de forma justa e perfeita. É consultor Ad Hoc das Revistas Irriga, Pesquisa Agropecuária Tropical, Semina, Bioscience Journal e Global Science and Technology.

RESUMO

TOSTA, Mauro da Silva. **Mamoeiro Formosa ‘Tainung - 01’ sob adubação com fosfato monoamônico e enxofre**. 2013. 140f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, 2013.

A obtenção de alta produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro está diretamente associada a uma adubação balanceada, onde os adubos fosfatados e sulfatados têm um papel importante no sistema de produção agrícola. Neste contexto, conduziu - se dois experimentos, um com adubação fosfatada e outro com enxofre para avaliar a produção, qualidade de frutos e rentabilidade de mamoeiro formosa “Tainung-01”, nas condições edafoclimáticas de Baraúna - RN. No experimento de adubação fosfatada foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados completos, em esquema de parcela subdividida, tendo como fator principal quatro doses de adubação em fundação (0; 80; 160 e 250 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico [MAP]) e como subparcela duas adubações em cobertura (“20 kg ha⁻¹ de Cosmofert[®] + 45 kg ha⁻¹ de MAP” e “90 kg ha⁻¹ de MAP”). Enquanto no experimento com enxofre foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados completos, com quatro repetições e cinco doses em fundação de enxofre (S) elementar (0, 250, 500, 1000 e 2000 kg ha⁻¹). A adubação de fundação com fosfato monoamônico respondeu negativamente na produção destinada exclusivamente ao mercado interno. Quando a produção é destinada ao mercado externo pode ser utilizada uma dosagem de 74,0 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico. A utilização de 126,0 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico em fundação promoveu uma melhor qualidade média de frutos. A ausência de adubação de fundação com fosfato monoamônico promoveu a maior rentabilidade. O mamoeiro Formosa ‘Tainung-01’ responde a adubação com enxofre. A aplicação, em média, de 426 kg ha⁻¹ de enxofre verificou-se os melhores resultados para a produção. Aplicando 313 kg ha⁻¹ de enxofre foi verificado frutos com melhor qualidade. A utilização de 307 kg ha⁻¹ de enxofre em adubação promoveu a maior rentabilidade.

Palavras-chave: *Carica papaya* L. Fósforo. Fertilizante sulfatado. Produção. Qualidade de fruto.

ABSTRACT

TOSTA, Mauro da Silva. **Papaya Formosa 'Tainung-01' under fertilizers with monoammonium phosphate and sulfur**. 2013. 140f. Thesis (Doctoral in Phytotechny) - Universidade Federal Rural do Semi-Arido (UFERSA), Mossoro - RN, 2013.

The obtaining of good productivity and quality of fruits is directly associated it a balanced fertilizer, where the phosphate and sulfated fertilization have an important role in agricultural production system. In this context, two experiments were accomplished, one with phosphate fertilizers and other with sulfur in order to evaluate the production, quality of fruits and profitability of papaya Formosa "Tainung-01", in the climate conditions and soil of Barauna (Brazil – State of Rio Grande of Norte). In the experiment of phosphate fertilization, the experimental design was complete randomized blocks, in outline of split plots, having as the main factor four fertilizer doses in foundation (0; 80; 160 and 250 kg ha⁻¹ of monoammonium phosphate [MAP]) and as sub portion two fertilizers in covering ("20 kg ha⁻¹ of Cosmofert® + 45 kg ha⁻¹ of MAP" and "90 kg ha⁻¹ of MAP"). While in the experiment sulfur fertilization, the experimental design was complete randomized blocks, with four repetitions and five doses (0, 250, 500, 1000 and 2000 kg ha⁻¹) in foundation sulfur fertilization. The foundation fertilizer with monoammonium phosphate answered negatively in the production destined exclusively to the internal market. When the production is destined to the external market a dose of 74 kg ha⁻¹ of monoammonium phosphate it can be used. The use of 126 kg ha⁻¹ of monoammonium phosphate in foundation promoted a better medium fruit quality. The absence of foundation monoammonium phosphate fertilizer promoted the largest profitability. The papaya Formosa 'Tainung-01' answers the sulfur fertilization. When applying, on average, of 426 kg ha⁻¹ of sulfur the best results for the production. When applying 313 kg ha⁻¹ of sulfur, fruits with best quality were found. The use of 307 kg ha⁻¹ of sulfur fertilization promoted the largest profitability.

Key - words: *Carica papaya* L. Phosphorus. Sulfated fertilization. Production. Fruit quality.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - A CULTURA DO MAMOEIRO	19
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO MAMOEIRO.....	22
2.2 ADUBAÇÃO	28
2.2.1 FÓSFORO.....	31
2.2.2 ENXOFRE	39
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
CAPÍTULO II - MAMOEIRO FORMOSA ‘TAINUNG-01’ SOB ADUBAÇÃO COM FOSFATO MONOAMÔNICO EM FUNDAÇÃO E ASSOCIADO EM COBERTURAS.....	57
RESUMO.....	57
ABSTRACT.....	58
1 INTRODUÇÃO	59
2 MATERIAL E MÉTODOS	62
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
4 CONCLUSÕES	96
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
CAPÍTULO III - ADUBAÇÃO COM ENXOFRE EM MAMOEIRO FORMOSA ‘TAINUNG-01’	103
RESUMO.....	103
ABSTRACT.....	104
1 INTRODUÇÃO	105
2 MATERIAL E MÉTODOS	108
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	114
4 CONCLUSÕES	134
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135

CAPÍTULO I - A CULTURA DO MAMOEIRO

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), originário das Américas (Central e do Sul), é uma planta cultivada em regiões tropicais e subtropicais, estando presente em praticamente todo o território nacional; na Região Nordeste encontra ótimas condições para o seu desenvolvimento (SCHMILDT et al., 2005). Em 2010 o Brasil produziu 1,87 milhões de toneladas de mamão, a grande concentração da área cultivada está na Bahia e representa quase 50% da produção nacional, seguido pelo Espírito Santo (31%), Ceará (6%) e Rio Grande do Norte (6%); este Estado é uma região exportadora e se destacou em qualidade e rentabilidade (KIST et al., 2012).

Por ser uma planta de crescimento rápido e contínuo, com floração e frutificação concomitantes e ininterruptas, necessita de adubações e suprimento de água constante em todo o seu ciclo (OLIVEIRA; CALDAS, 2004). A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente ligada a uma prática de adubação equilibrada e correta. As exigências variam entre plantas de diferentes genótipos, em função do comportamento vegetativo e da dinâmica de nutrientes dos demais órgãos para as folhas e frutos (ARAÚJO et al., 2005).

Quanto à exportação de macronutrientes pela colheita ($48,8 \text{ ton ha}^{-1}$) verificou-se a seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > P = S > Mg$, correspondendo, em $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, a 103,4; 86,7; 17,1; 10,0; 10,0; 9,6, respectivamente (CUNHA, 1979). Raij et al. (1997), com produtividade de 30 a 40 ton ha^{-1} , exporta de 1,8; 0,3; 1,6; 0,2 kg ton^{-1} , de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, respectivamente. O fósforo atua, entre outros, na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células; promove a formação e o crescimento prematuro das raízes e melhorar a qualidade dos frutos (LOPES, 1998).

O enxofre, assim como o nitrogênio, está presente em todas as funções e processos que fazem parte da vida da planta: da absorção iônica aos papéis do DNA e RNA (MALAVOLTA; MORAIS, 2007). Assim, a necessidade de enxofre está relacionada às quantidades de nitrogênio disponíveis para as plantas, pois, ambos são constituintes das proteínas e são associados com a formação da clorofila. Neste sentido, sem síntese de clorofila a planta não irá utilizar a luz do sol, como fonte de energia, no acúmulo de carbono (LOPES, 1998).

Contudo, aplicações excessivas de fertilizantes podem provocar desequilíbrios nutricionais, poluir o ambiente e tornar a prática antieconômica (NATALE, 2011). Em solos com elevada disponibilidade de fósforo, quando da utilização das doses mais altas do fertilizante fosfatado, pode ser observados decréscimos nas produções de algumas culturas (NOVAIS; BRAGA FILHO, 1971). Os problemas causados diretamente pelo excesso de fósforo, embora possam limitar o desenvolvimento da planta pela denominada ‘toxidez de fósforo’ (MARSCHNER, 1995), são mínimos, se comparados aos problemas indiretos causados pela deficiência induzida de outros nutrientes, como ferro e zinco (NOVAIS; SMYTH, 1999). Em altos teores de fósforo e na presença de cálcio, pode ocorrer uma precipitação de fosfato de cálcio que é insolúvel (NOVAIS et al., 2007).

No tocante do enxofre pode promover um efeito antagonista com o nitrogênio, selênio, cobre e molibdênio (MALAVOLTA; MORAIS, 2007); em altas concentrações de sulfato poderá ocorrer uma alta salinidade, mais danosa que o próprio efeito do cloreto de sódio (DATTA et al., 1995). As respostas das plantas ao estresse hídrico provocado pela salinidade incluem mudanças fisiológicas (FLOWERS, 2004).

A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente associada a uma adubação balanceada; onde uma planta com nutrição equilibrada apresenta uma maior resistência às doenças e uma maior capacidade de expressar altos potenciais produtivos. Entretanto, no Brasil não se conhecem o comportamento e as exigências nutricionais das principais cultivares ou híbridos de

mamoeiro (OLIVEIRA; CALDAS, 2004), assim como a resposta a adubação e a capacidade de se nutrir as planta nos diversos solos encontradas no Brasil.

Sendo assim, devem ser realizados estudos que determinem quais os melhores manejos para produzir frutas de melhor qualidade para comercialização e com altas produções, em função de condições especiais, tais como a adubação, de acordo com os diferentes climas e solos onde mamoeiro é cultivado (BERILLI, 2006).

Neste contexto, há necessidade de verificar a repostas do mamoeiro sob adubação com fosfato monoamônico e enxofre na produção, qualidade de frutos e rentabilidade de mamoeiro formosa “Tainung-01”, nas condições edafoclimáticas de Baraúna - RN

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO MAMOEIRO

O aumento do consumo de frutas ‘*in natura*’ e de seus derivados naturais é uma tendência mundial. O Brasil ocupa lugar de destaque na produção mundial de frutas, devido as suas características privilegiadas, de solo e clima, para o desenvolvimento da fruticultura (NATALE, et al., 2011). A atividade apresenta varias vantagens econômicas e sociais, como fixação do homem no campo, melhor distribuição da renda regional, geração de produtos de alto valor comercial e importantes receitas e impostos, além de excelentes expectativas de mercado interno e externo, gerando dessa forma um movimento monetário significativo para o país (SOUZA et al., 2009).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta herbácea, de origem tropical, cujo centro de origem é, provavelmente, o noroeste da América do Sul, vertente oriental dos Andes, ou mais precisamente, a bacia Amazônica Superior, onde a sua diversidade genética é máxima (DANTAS, 2000).

É uma planta vigorosa, de crescimento regular e produção de frutos de excelente qualidade em locais de grande insolação com temperaturas entre 22°C a 28°C; sendo ideal uma temperatura média para o cultivo está por volta de 25°C, com boa distribuição e quantidade de chuva ou irrigação. No tocante da umidade relativa, é favorecido o seu desenvolvimento quando se encontra entre 60% e 85%; com referencia a altitude, o mais indicada é de até 200 m acima do nível do mar, mas, consegue produzir em áreas mais altas; embora a cultura seja adaptada ao clima subtropical e produzir em climas temperados, nos micro-climas livres de geadas (MANICA, 1982). Em geral, temperaturas excessivamente baixas provocam danos nos frutos e até a morte das plantas.

Na atualidade, o mamão é uma espécie disseminada em várias regiões do

planeta, em locais com condições edafoclimáticas favoráveis, sendo que sua distribuição pode se estender desde a latitude de 32° Norte até 32° Sul, porém as áreas comerciais se encontram distribuídas em latitudes mais restritas, compreendidas aos trópicos de Câncer e Capricórnio, a 23° de latitude Norte e 23° de latitude Sul (ALVES, 2003).

O Brasil ocupa lugar de destaque na produção mundial, sendo o principal produtor mundial de mamão, com cerca de 26% da produção, seguido por Nigéria, México, Índia e Indonésia; com 14%, 12% e 8%, respectivamente (RUGGIERO et al., 2003). Entretanto, a participação brasileira no mercado externo é muito reduzida, pois apenas 2% é destinada a este, sendo o restante comercializada no mercado interno (SOUZA, 2002).

A literatura mundial, em várias ocasiões, enfatiza “a necessidade é mãe de todas as grandes mudanças”; assim, também ocorreu na cultura do mamoeiro no Brasil, que, atualmente, ocupa uma área de cerca de 36,5 mil hectares, sendo considerado o maior produtor mundial (RUGGIERO et al., 2011). Foi introduzido, no Brasil, na região de Monte Alto (SP), a qual já foi considerada a capital brasileira do mamão; mas foi consolidado nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Rio Grande do Norte e Ceará, atualmente considerados como os maiores produtores nacionais (SERRANO; CATTANEO, 2010).

Desde meados do século XX foram verificadas mudanças significativas em função das pesquisas realizadas, as quais fizeram deixar de produzir frutas somente para atender ao mercado nacional para se transformar, além do maior produtor, também no segundo maior exportador mundial (RUGGIERO et al., 2011). Assim, verificou-se, a partir do início da década de 90, um crescente aumento nas exportações brasileiras de mamão (SERRANO; CATTANEO, 2010), mas ainda pequeno em relação ao seu potencial.

A produção do mamoeiro é contínua durante todo o ciclo produtivo, entretanto, devido ao efeito da temperatura sobre o crescimento e maturação dos frutos, observa-se a ocorrência de estacionalidade de produção, ocorrendo assim uma elevação nos preços dos frutos em algumas estações do ano (MARIN; SILVA,

1996). O acúmulo de calor, expresso em graus-dia ou constantes térmicas, tem sido utilizado para determinar, em diversas condições ambientais, o tempo necessário compreendido entre o florescimento e a maturação do fruto, ou qualquer fase fenológica, nas diversas espécies (VOLPE et al., 2002). A taxa de crescimento dos frutos de mamoeiro, híbrido UENF/CALIMAN 01 (UC01), em função do acúmulo de graus-dia, em três diferentes épocas do ano, verificou que a partir dos 800 graus-dia, os frutos atingiram comprimentos e diâmetros próximos ao tamanho máximo (BERILLI et al., 2007).

Com os avanços do melhoramento genético (na produção e qualidade de frutos), realizados por pesquisas de parceria pública e privada, ocorreu à introdução de sementes melhoradas, estimulando o desenvolvimento em larga escala da cultura do mamoeiro (RUGGIERO et al., 2011). Ao estimular pesquisas com mamoeiro foi obtido pomares com produtividade superior a 100 ton ha⁻¹ e frutos de alta qualidade. Promovendo o aumento das exportações, de modo significativo, tanto para as variedades do grupo Solo quanto para o Formosa (SERRANO; CATTANEO, 2010).

O número de acessos (cultivares e híbridos) plantados ainda é limitado, devido à cultura no Brasil se sustentar em estreita base genética, onde os mercados importadores preferem frutos de tamanho menor. Assim o grupo Solo possui frutos mais adequados para a exportação por seu peso e tamanho ser menor do que os frutos da cultivar do grupo Formosa (GOMES FILHO, 2005).

O grupo Formosa abrange híbridos F1, tais como o Tainung - 01, o qual é resultante do cruzamento de um tipo de mamão de polpa vermelha, da Costa Rica, com o “Sunrise Solo” (LUNA, 1986). Este híbrido tem alta produção, apresentando casca de coloração verde-clara e polpa laranja avermelhada de ótimo sabor, com cheiro forte, boa resistência para o transporte e pouca resistência ao frio. Sua produtividade é de aproximadamente 60 ton ha⁻¹ ano⁻¹ (FARIAS et al., 1998). Entretanto, nas condições edafoclimáticas do Oeste do Estado do Rio Grande do Norte tem se conseguido, atualmente, produtividades superiores a 100 ton ha⁻¹ ano⁻¹, com início da colheita no oitavo mês após o transplântio e se estendendo até, no

máximo, o 14º mês após o transplântio. É importante ressaltar que as mudas são produzidas em viveiro coberto com tela tipo sombrite (50%) e com recipiente do tipo bandeja, podendo ser utilizadas as de poliestireno estendido de 128 células e de plástico com 156 células; sendo, estas preenchidas com substratos comerciais, geralmente à base de casca de pinus e, ou, casca de coco.

Durante o seu ciclo o mamoeiro apresenta uma intensa produção de frutos, apresentando exigências nutricionais crescentes e contínuas durante o primeiro ano, assim há necessidade constantemente de água e nutrientes em intervalos frequentes para que essa produção não seja interrompida; com necessidades máximas aos doze meses de transplântio (COELHO; OLIVEIRA, 2003), para algumas localidades.

A irrigação é outro fator influente na qualidade dos frutos, como também na produtividade, sendo, portanto, um fator imprescindível para regiões produtoras de mamão; mesmo em regiões onde a precipitação anual ultrapassa os 1200 mm, a irrigação suplementar se faz necessária para que a planta consiga suprir a demanda por água e nutrientes durante todo o período, tanto vegetativo como reprodutivo (OLIVEIRA et al. 1994; TRINDADE et al., 2000).

A produção do fruto mantém-se como uma atividade econômica importante, devido ao consumo '*in natura*' e pela exploração da enzima papaína, além da fabricação de suco concentrado, polpa, geléia e néctar (FARIAS et al., 1998). Mas, a composição nutricional do fruto pode variar, dentre outros fatores, da cultivar ou híbrido utilizado, grau de maturação na colheita e pós-colheita, clima, época do ano, tipo de solo e fertilidade (LEE; KADER, 2000).

O mamão apresenta casca fina e polpa sensível e macia, sendo facilmente injuriado, assim é susceptível a altos índices de perda em pós-colheita. É um fruto climatérico, caracterizado pela sua alta taxa respiratória e elevada concentração de água (JACOMINO et al., 2003). Como possui um rápido amadurecimento após a colheita, a fruta é altamente perecível e caracterizada por uma vida pós-colheita relativamente curta; completando o seu amadurecimento em, aproximadamente, uma semana sob condições ambientais (SHINAGAWA, 2009).

O mamão possui vários nutrientes prontamente disponíveis à digestão e

absorção, seu valor nutricional está relacionado com o seu teor de pró-vitamina A (β -caroteno), vitamina C (ácido ascórbico) e de açúcares, além de ter uma boa atividade funcional associada à capacidade laxante (ARAÚJO FILHO et al., 2002); sendo também a polpa rica em Fe, Ca, Mg e K (BLEINROTH; SIGRIST, 1995).

Os frutos colhidos em períodos de temperaturas mais altas apresentam menores pesos médios, enquanto frutos colhidos em períodos de temperaturas mais moderadas apresentam-se com maiores pesos médios, sendo que neste caso o tempo para o completo desenvolvimento dos frutos é maior, proporcionando menores colheitas, em um mesmo intervalo de tempo (OLIVEIRA; CALDAS, 2004).

Caso a colheita seja realizada antes do fruto atingir completa maturação fisiológica há prejuízos no seu processo de amadurecimento, afetando, de forma irreversível, a qualidade do fruto. Entretanto, a colheita de frutos totalmente maduros reduz sua vida útil, dificulta o seu manuseio e transporte, devido a sua baixa resistência física, causando perdas quantitativas e qualitativas (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Durante o amadurecimento e o armazenamento dos frutos ocorrem transformações bioquímicas; quando os grupos carboxílicos ácidos encontram-se ligados ao cálcio, formam o pectato de cálcio (insolúvel), designado de protopectina, o qual é predominante em frutos imaturos. Com o amadurecimento, há liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, tornando a textura com maior maciez (CHEN, 1963).

As desmetoxilações das protopectinas formam polímeros de baixo peso molecular, com menos grupos metoxílicos, os quais são insuficientes para manter a firmeza do fruto; assim, normalmente as enzimas relacionadas à degradação são encontradas em maiores níveis e têm sua atividade aumentada durante a maturação, o que leva ao aumento de carboidratos solúveis (BLEIROTH, 1992). Com o processo de maturação ocorre um decréscimo no grau de esterificação da pectina (CHEN, 1963).

Assim no amadurecimento há um decréscimo de substâncias pécticas

(CHEN, 1963), ocasionando mudanças de textura nos vegetais, com a redução de firmeza devido ao amolecimento progressivo, causado pela solubilização de protopectinas - formas menos solúveis - em pectinas ou ácido péctico - formas com maior solubilidade (MACEDO et. al., 2005; UENOJO; PASTORE, 2007).

A diminuição da textura do fruto pode ser causada pela quebra da protopectina insolúvel em pectina solúvel ou pela hidrólise de amido ou gorduras; as enzimas pectinesterase e poligalacturonase agem transformando a protopectina insolúvel da lamela média em pectinas solúveis, provocando o amolecimento da polpa (BIALE, 1960).

Os atributos de qualidade do mamão são influenciados pelas variedades, condições climáticas durante o cultivo e práticas culturais; no qual manejos inadequados na água, na adubação, na colheita e na pós-colheita aceleram os processos de senescência, afetando sensivelmente a qualidade e limitando ainda mais o período de comercialização (AZZOLINI et al., 2004; FOLEGATTI, 2002). O etileno (C_2H_4) está envolvido na aceleração do amadurecimento e senescência de frutos climatéricos. Onde em determinado estágio da maturação se liga ao seu receptor na célula, um complexo protéico-enzimático, e desencadeia uma série de eventos com o ponto culminante o amadurecimento e a senescência do fruto (BURG; BURG, 1967; LELIÈVRE et al., 1997).

Os sólidos solúveis são utilizados como índice de maturidade para alguns frutos, indicando a quantidade de substâncias dissolvidas no suco, sendo constituído na sua maioria por açúcares; esta medida é utilizada na agroindústria, para intensificar o controle da qualidade do produto final, controle de processos, ingredientes e outros, tais como: doces, sucos, néctares, polpas, leite condensado, alcoóis, açúcares, licores e bebidas em geral, sorvetes, entre outros (SHINAGAWA, 2009).

Têm-se uma relação diretamente proporcional entre a formação de ácido ascórbico e dos sólidos solúveis, ou seja, ocorre aumento no teor de vitamina C com a maturação do fruto (WALL, 2006). A combinação de vários fatores, dentro deles os açúcares solúveis presentes nos frutos, são responsáveis pelo sabor e

doçura, como quando combinados às antocianinas, com influência na textura, e a polissacarídeos estruturais (GOMES et al., 2002).

As características qualitativas de pós-colheita dos frutos de mamão também estão relacionadas a fatores culturais de pré-colheita, como a adubação; sendo o potássio e o nitrogênio os nutrientes requeridos em maior quantidade pela cultura (TRINDADE et al., 2000). Na sequência, em quantidade requerida, esta o cálcio, o fósforo, o enxofre e o magnésio (CUNHA, 1979).

Embora o mercado interno ainda não seja, ainda, tão exigente quanto à qualidade do fruto, os produtores têm se preocupado em melhorar a classificação e padronização do fruto comercializado, visando melhores preços e obtenção de novos mercados consumidores (GOMES FILHO, 2008).

2.2 ADUBAÇÃO

Cada nutriente desempenha funções definidas dentro da planta e nenhum pode ser completamente substituído por outro; conquanto cada elemento desempenhe certas funções específicas, todos devem estar juntos para produzir melhores resultados. Entretanto, o efeito de cada nutriente, no crescimento e reprodução da planta, depende da reserva dos outros elementos essenciais – ‘Lei do Mínimo de Liebig’; onde o efeito de cada elemento não pode ser interpretado isoladamente (FAGERIA, 1984).

Para ser considerado de importância vital aos vegetais um dado elemento deve preencher os critérios da essencialidade, seja ele direto ou indireto. No direto é participante de algum composto ou reação vital a planta; enquanto no indireto, sem o elemento a planta não completa o seu ciclo de vida. Vale salientar que em ambas as situações o elemento não pode ser substituído por outro (MALAVOLTA et al., 1997).

Dezessete são os nutrientes considerados essenciais ao crescimento das

plantas, em que no processo fotossintético as plantas convertem o dióxido de carbono atmosférico e água em carboidratos simples. Os demais nutrientes, catorze, com base em sua abundância na planta, são classificados em macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são o nitrogênio, o potássio, o fósforo, o cálcio, o magnésio e enxofre; enquanto os classificados em micronutrientes são o boro, o cloro, o cobre, o manganês, o zinco, o molibdênio e o níquel (NOVAIS et al., 2007). Ainda é relatado mais quatro elementos adicionais: o sódio, o cobalto, o vanádio e o silício; são reconhecidos como necessários ou benéficos para algumas plantas.

Os solos utilizados, no Brasil, para o cultivo de mamoeiro apresentam, geralmente, baixa fertilidade natural, principalmente no que se refere aos níveis de fósforo, levando à utilização de altas doses de fertilizantes fosfatados. O mamoeiro tem bom desenvolvimento mesmo em solos com baixo teor de argila, desde que sejam bem drenados e ricos em matéria orgânica, considerando-se adequado para o seu cultivo solos com textura areno-argilosa, cujo pH varia de 5,5 a 6,7 (OLIVEIRA et al., 2004).

A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente associada a uma adubação balanceada; onde uma planta com nutrição equilibrada apresenta uma maior resistência às doenças e uma maior capacidade de expressar altos potenciais produtivos. Entretanto, no Brasil não se conhecem o comportamento e as exigências nutricionais das principais cultivares e híbridos de mamoeiro (OLIVEIRA; CALDAS, 2004), assim como a resposta a adubação e a capacidade de se nutrir as planta nos diversos solos encontradas no Brasil.

A absorção de nutrientes é dependente da área de contato entre as raízes e o solo, ou seja, da área superficial do sistema radicular. Em função disso, as raízes mais finas são mais eficientes, e a região dos pêlos radiculares é considerada a região mais ativa na absorção de nutrientes na planta. A forma predominante de absorção do íon sulfato pelas raízes é por fluxo de massa, ou seja, graças ao caminhamento da solução do solo a favor do gradiente de umidade (BARBER, 1984).

Quanto à exportação de macronutrientes de mamoeiro pela colheita (48,8 ton ha⁻¹ de frutos) verificou-se a seguinte ordem decrescente: K > N > Ca > P = S > Mg, correspondendo, em kg ha⁻¹ ano⁻¹, a 103,4; 86,7; 17,1; 10,0; 10,0; 9,6, respectivamente (CUNHA, 1979). Raij et al. (1997) ao avaliarem a exportação dos nutrientes, com produtividade de 30 a 40 ton ha⁻¹, foi de 1,8; 0,3; 1,6; 0,2 kg ton⁻¹, de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, respectivamente. Esses resultados servem para estimar a retirada de elementos pelas colheitas em pomares formados; o conteúdo de nutrientes na vegetação de um pomar (árvore inteira) de alta produtividade, representa cerca de 3 a 4 vezes a extraída em uma colheita elevada.

Assim o potássio é o nutriente requerido em maior quantidade pelo mamoeiro e é acumulado de forma constante, sendo de importância particular a partir do estágio de florescimento; o nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelo mamoeiro, fomentando o seu crescimento vegetativo; o cálcio é o terceiro nutriente mais requerido pelo mamoeiro, contribuindo para o crescimento e a multiplicação das suas raízes; já fósforo é requerido em menor quantidade quando comparado ao nitrogênio e potássio, sendo muito importante na fase inicial do desenvolvimento radicular e contribui, também, para a fixação dos frutos na planta; o magnésio faz parte da molécula da clorofila e auxilia na absorção e translocação de fósforo; o enxofre é extraído em quantidades similares às de fósforo e magnésio, participando da composição química da papaína (SOUZA et al., 2000).

O cobre é necessário para a formação de clorofila nas plantas, catalisa vários processos no metabolismo vegetal e é necessário para formação de diversas reações, embora não faça parte de compostos formados; o ferro é um catalisador que ajuda na formação de clorofila, age como um carreador de oxigênio e ajuda formar certos sistemas respiratórios envolvendo enzimas; o molibdênio é necessário para a formação da atividade da enzima redutase do nitrato e da conversão do fósforo inorgânico em formas orgânicas na planta; o zinco auxilia na síntese de substâncias que atuam no crescimento e nos sistemas enzimáticos, é essencial para ativação de certas reações metabólicas e é necessário para produção

de clorofila e formação de carboidratos (LOPES, 1998).

2.2.1 FÓSFORO

A absorção de fósforo pelas plantas é influenciada pelo nitrogênio; quando aplicado com este, o fósforo torna-se mais disponível para as plantas do que quando aplicado sem o nitrogênio (LOPES, 1998). Quando o nitrogênio está na forma de amônio retarda as reações de fixação de fósforo; a absorção do amônio ajuda a manter a condição ácida na superfície da raiz, melhorando a sua absorção de fósforo.

Em se tratando da adubação fosfatada, os solos agricultáveis brasileiros são deficientes para as culturas, assim o fertilizante fosfatado tem um papel importante no sistema de produção agrícola, isso porque o fósforo é um nutriente essencial ao metabolismo das plantas (GOEDERT; SOUSA, 1986), desde o desenvolvimento inicial, após a germinação, até a colheita dos frutos.

Em termos gerais, mais de 75% do fósforo aplicado ao solo é perdido ou fica retido nas partículas do solo, o que contribui para o acúmulo deste elemento nos solos cultivados (SIQUEIRA et al., 2004). Assim, produtividade da cultura depende, dentre outros fatores, do adequado suprimento de nutrientes, onde o fósforo é aplicado em grandes quantidades, devido à capacidade dos solos tropicais reterem-no em formas pouco solúveis, não prontamente disponível as plantas; por este fato são aplicadas quantidades superiores de fósforo no solo do que as plantas retiram (MALAVOLTA, 1981).

Outra dificuldade em relação ao fósforo é o aproveitamento inicial, baixo, do fósforo aplicado no primeiro ano, da ordem de 5 a 20% para a maioria das culturas (MALAVOLTA; KLIEMANN, 1985). O efeito residual do fósforo é ser um componente muito importante na avaliação agronômica e econômica de práticas de adubação fosfatada, pois, considera o restante que permanece no solo,

em formas de maior ou menor disponibilidade às plantas (RESENDE et al., 2006).

Embora o fósforo seja o macronutriente requerido em menor quantidade pelo mamoeiro, apresenta grande importância na fase inicial de desenvolvimento radicular da cultura e está relacionado também à fixação dos frutos à planta, evidenciando a importância do fornecimento do elemento na forma prontamente disponível para as plantas jovens. Com a deficiência de fósforo pode resultar em uma maturação tardia das plantas, pois é um componente integral de compostos celulares, principalmente no complexo de transferência de energia; estando diretamente ligados à respiração e o acúmulo de carbono durante o processo fotossintético (TAIZ; ZAIGER, 2006).

Dentre os principais sintomas de deficiência, de fósforo, estão o crescimento reduzido em plantas jovens e a coloração verde escura das folhas. Assim a sua maior importância é na fase inicial do desenvolvimento radicular, sendo importante adubar as plantas jovens com fósforo prontamente disponível (OLIVEIRA et al., 2004). Quando há deficiência no solo resulta, geralmente, na baixa produtividade do pomar além de frutos de qualidade inferior (MANICA, 1981).

O fósforo exerce funções estruturais de armazenamento e transferência de energia química no metabolismo de diversos compostos; pode ser armazenada na forma de Adenosina Trifosfato (ATP), sendo utilizada em processos e reações como fotossíntese, biossíntese de amido, absorção iônica e respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Também é componente de ácidos nucleicos, coenzimas, nucleotídeos, fosfoproteínas, fosfolípidos e açúcares fosfatados

Além de promover a formação e o crescimento prematuro de raízes, o fósforo melhora a eficiência no uso da água, e, quando em alto nível no solo, ajuda a manter a absorção deste pelas plântulas, mesmo sob condições de alta tensão de umidade do solo (LOPES, 1998). Quando em quantidades adequadas, esse elemento estimula o desenvolvimento radicular e incrementa uma precocidade em relação à produção (RAIJ, 1991). As culturas diferem grandemente na sua habilidade em extrair formas disponíveis de fósforo no solo. Dessa forma, pode-se

verificar variadas respostas com a aplicação de fósforo no desenvolvimento e produção das frutíferas (ABREU, 2005); dependendo da espécie, variedade e híbrido utilizado.

De acordo com as necessidades das plantas durante o seu desenvolvimento, há possibilidade de parcelamento na aplicação dos fertilizantes; sendo fundamental para o aproveitamento balanceado dos nutrientes (DASBERG; BRESLER, 1985). As fontes solúveis em água mais produzidas no Brasil são o superfosfatos (simples e triplo) e os fosfatos de amônio (monoamônico [MAP] e diamônico [DAP]); trata-se de produtos solúveis possuidores de grande capacidade de liberação de fósforo para as plantas, quando incorporados no solo, e, portanto, alta eficiência agrônômica com fertilizantes fosfatados (GOEDERT, 1986a).

Como o fósforo é um nutriente que apresenta baixa mobilidade no solo e possui alta capacidade de adsorção, seu parcelamento pode não produzir os mesmos resultados, via fertirrigação, verificados para outros nutrientes, como o potássio e o nitrogênio (COSTA et al., 1986). A aplicação de fósforo via fertirrigação por gotejamento, principalmente subsuperficial, pode aumentar o movimento do nutriente no solo em 5 a 10 vezes se comparado à aplicação via sólida pelo método convencional (RAUSCHKOLB et al., 1976). O fósforo aplicado via fertirrigação pode atingir até 0,20 m de raio em relação ao local de gotejo do emissor (ROLSTON et al., 1986).

Com a aplicação via irrigação, em alta frequência, pode favorecer o aumento substancial da concentração desse nutriente, disponibilizando-o à planta por um maior tempo (PAPADOPOULOS, 2001). Com a aplicação de fósforo via irrigação por gotejamento subsuperficial há diferença significativa na redistribuição do fertilizante no perfil do solo, quando comparado com a irrigação por gotejamento superficial (BAR-YOSEF et al., 1989).

A aplicação localizada do adubo fosfatado pode restringir o acesso das raízes das plantas, ou seja, apenas parte do sistema radicular entrará em contato com o fertilizante, absorvendo-o efetivamente (NOVAIS; SMYTH, 1999). Embora a aplicação de fósforo em volumes restritos de solo reduza sua adsorção e

precipitação, tornando-o mais disponível às plantas (PRADO et al., 2001), a aplicação localizada do fósforo não acarretará, necessariamente, num suprimento satisfatório desse nutriente às mesmas; mas, este comportamento estará intimamente relacionado à planta utilizada.

Com a aplicação de resíduo orgânico aumenta a disponibilidade de fósforo às plantas, pois aumenta a produção de gás carbônico no solo, solubilizando o fosfato mineral. Sendo devido à formação do complexo humo-fosfato; pela remoção de bases dos fosfatos insolúveis pelos quelados da matéria orgânica; pelo revestimento dos sesquióxidos de ferro e alumínio pelo húmus, evitando assim a fixação do fósforo solúvel (KIEHL, 1985).

A adsorção de compostos aniônicos é fortemente dependente da quantidade de matéria orgânica natural nos solos e nos sedimentos (GRATHWOHL, 1990). A matéria orgânica pode bloquear os sítios de adsorção e, além disso, por possuírem cargas predominantemente negativas, podem dificultar ou diminuir a adsorção aniônica (ALMEIDA et al., 2003). Este bloqueio dos sítios de adsorção é transitório, porém, tal efeito pode ser vantajosamente explorado, considerando o tempo de aplicação do fertilizante fosfatado (AFIF et al., 1995). Esse efeito transitório deve-se a rápida mineralização de alguns ácidos orgânicos liberando sítios de adsorção (VALLADARES et al., 2003).

Entretanto, podem ocorrer correlações negativas entre a adsorção máxima de fósforo e teores de matéria orgânica, devido à rápida oxidação da matéria orgânica e consequente disponibilização de fósforo a solução do solo (MESQUITA FILHO; TORRENT, 1993).

Há correlações positivas entre o teor de matéria orgânica e a adsorção de fósforo, em razão principalmente de caráter aniônica da matéria orgânica, possibilitando a formação de pontes de cátions com o fósforo (imobilizando); estas pontes podem ser formadas pelo alumínio, ferro e cálcio (SANYAL; DATTA, 1991). Assim, a matéria orgânica tem a capacidade de diminuir ou aumentar a capacidade do solo em adsorver fósforo (MOREIRA et al., 2006).

A redução da adsorção de fósforo tem sido atribuída à ação do ácido

carbônico sobre a solubilização de minerais contendo fósforo; ocasionado pelo aumento da competição entre ânions orgânicos e fosfatos pelos sítios de adsorção de fósforo (SILVA et al., 1997).

Em solos com elevada disponibilidade de fósforo, quando da utilização das doses mais altas do fertilizante fosfatado, pode ser observados decréscimos nas produções. Foi observado decréscimo na produção de feijoeiro quando aumentaram a dose de fósforo aplicada em um solo com 24 mg dm^{-3} de fósforo (NOVAIS; BRAGA FILHO, 1971). Aplicações excessivas de fertilizantes, quando as necessidades são baixas ou quando as condições locais são desfavoráveis, podem poluir o ambiente e tornar a prática antieconômica; conciliar todos esses aspectos com produtividades compensadoras são os principais objetivos da pesquisa agrônoma na atualidade (NATALE, 2011). Altas concentrações de fósforo promovem uma deficiência induzida de outros nutrientes, como ferro, zinco (NOVAIS; SMYTH, 1999) e cálcio (NOVAIS et al., 2007).

Quando o solo tem altas concentrações de fosfatos solúveis, pode ocorrer a precipitação do ferro (Fe^{3+}) na forma de fosfato de ferro (FePO_4) e em relação ao metabolismo na planta, apresenta baixa mobilidade nos tecidos vegetais e é afetado, negativamente, pelo alto conteúdo de fósforo (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Este pode formar precipitados com o ferro na superfície da raiz ou nas junções nervura-mesófilo (MALAVOLTA, 2004).

Com deficiência de ferro, as folhas novas são incapazes de sintetizar clorofila, pois, catalisa a biossíntese da clorofila e também faz parte da ferredoxina - um transportador de elétrons que atuam na fotossíntese (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Também pode ocorrer um efeito tóxico as plantas pela água oxigenada (H_2O_2), pois, é desdobrada pela enzima peroxidase, que é dependente de ferro (MALAVOLTA, 1979).

Com o aumento do fornecimento de fósforo é promovida uma diminuição dos teores de zinco na parte aérea; fósforo pode ainda atuar de modo a reduzir tanto a absorção de zinco pelas raízes com a sua translocação da raiz para a parte aérea, além de induzir a imobilização do zinco nas raízes pela formação de fitatos de

zinco e induzir a precipitação do zinco aos componentes do solo (ARAÚJO; MACHADO, 2006). Na planta a interação entre zinco e fósforo é por inibição não-competitiva da absorção do zinco, precipitando o com o fósforo na superfície da raiz; há também um menor transporte a longa distancia na planta, pois há evidencias de se formar precipitado (zinco + fósforo) no xilema (MALAVOLTA, 2004).

O zinco é atuante como co-fator enzimático, está envolvido na síntese e conservação de auxinas, participa da ativação enzimática da trifosfato-desidrogenase (enzima da glicólise, bem como os processos de respiração e fermentação), afeta a síntese e conservação de auxinas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). As auxinas atuam como mecanismo interno que controla o crescimento da planta, sendo as raízes extremamente sensíveis a pequenas variações; distúrbios neste hormônio podem ocasionar reduções das raízes e abortamento de flores (VALIO, 1979).

Em altos teores de fósforo e na presença cálcio, pode ocorrer uma precipitação de fosfato de cálcio, composto insolúvel (NOVAIS et al., 2007). O cálcio é o terceiro nutriente mais requerido pelo mamoeiro, contribuindo para o crescimento e a multiplicação das suas raízes (SOUZA et al., 2000). Sendo também indispensável para germinação do grão de pólen e para o crescimento do tubo polínico, o que se dá ao fato de estar presente na síntese da parede celular ou no funcionamento da plasmalema (MALAVOLTA, 1980).

Em frutíferas, o cálcio desempenha papel fundamental, pois afeta a qualidade do produto final, o fruto; principalmente na sua capacidade de armazenamento depois da colheita. Há relação direta entre o conteúdo de cálcio nos frutos e o amolecimento, firmeza e tempo de vida útil de prateleira. Quando o conteúdo de cálcio no fruto é baixo, o metabolismo respiratório aumenta e acelera a maturação e a senescência (PRATELLA, 2003).

Os efeitos benéficos do cálcio na qualidade dos frutos podem ser explicados pelo papel deste elemento na nutrição das plantas. Em frutos de goiabeiras que receberam a aplicação de cálcio (na forma de calcário), as paredes

celulares e as lamelas médias estavam bem definidas e estruturadas, mantendo as células unidas; já nas plantas que não receberam calagem, os frutos apresentavam as paredes celulares desestruturadas e com desorganização da lamela média (NATALE et al., 2005). Corroborando as observações em maçã (GLENN; POOVAIAH, 1990) e em mangueira (EVANGELISTA et al., 2002).

2.2.1.1 ADUBAÇÃO COM FÓSFORO

Estudos têm mostrado diferenças de resposta entre espécies vegetais quanto à localização do fósforo em relação ao sistema radicular. Em mudas de cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* D. C.) verificou um efeito significativo das doses de superfosfato simples para a maioria das características mensuradas, exceto do comprimento de raiz e massa seca de raiz (MENDONÇA et al., 2009). Corroborando, foram observadas respostas positivas com a utilização de composto orgânico e superfosfato simples no crescimento de mudas de mamoeiro “Formosa” (MENDONÇA et al., 2006).

Na produção de laranjeira foi observada resposta linear ao fósforo, quanto o teor do solo era de 4 mg dm^{-3} de P; entretanto, quando foi elevado para 9 mg dm^{-3} de P não foram observadas respostas (QUAGGIO, 1992). Assim em altos teores de fósforo, presente no solo, não há necessidade de aplicação de adubos fosfatados, ocasiona uma redução nos custos de produção.

Em trabalho realizado em Cruz das Almas (BA), em um Latossolo Amarelo Álico, foi observada uma produção máxima de $30,3 \text{ ton ha}^{-1}$ de mamão (SOUZA et al., 2007). Em relação ao fósforo foi observada uma disponibilidade, teórica, de $83,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 , sendo a disponibilidade do solo de apenas 3,7% desde; também foi aplicado 350 kg ha^{-1} de nitrogênio em cobertura via fertirrigação.

Conduzido experimento na Estação Experimental de Fruticultura da PESAGRO - Rio, em Macaé (RJ) sobre um Argissolo Amarelo distrófico, no período de novembro de 1995 a março de 1997, foi avaliado o estado nutricional, a

produção e qualidade de frutos de mamoeiros dos grupos Solo e Formosa. Verificou uma produção de 65,8 ton ha⁻¹ para o híbrido ‘Tainung-01’, com a utilização de aplicação de 232,2 kg ha⁻¹ de P₂O₅, no qual 55,4% foi aplicado em fundação; enquanto o solo, na época de implantação do pomar, era mensurado um valor de 5,9 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (MARINHO et al., 2002).

Na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada no município de Cruz das Almas - BA, avaliando o crescimento vegetativo e a produtividade do mamoeiro, sob diferentes frequências de aplicação de fósforo, via água de irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial, verificou uma ausência de resposta da frequência de aplicação do fósforo via água de irrigação na produtividade do mamoeiro ‘Tainung - 01’, tendo um valor máximo de 75,2 ton ha⁻¹ (SOUZA et al., 2005). Entretanto, o fósforo, quando aplicado via fertirrigação nas frequências de 30 e 60 dias, nos sistemas superficial e subsuperficial, respectivamente, favoreçam o crescimento da planta de mamoeiro; onde a altura de plantas apresentou menor variação entre os sistemas e frequências de aplicação de fósforo. Este foi utilizado uma doses total de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo aplicado 33,3% em adubação de fundação e o restante e adubação de cobertura através de fertirrigação; ainda aplicou nitrogênio e potássio, via fertirrigação a cada sete dias, na doses de 350 kg ha⁻¹ ano⁻¹, de cada nutriente.

Avaliando a produção de mamoeiro ‘Tainung -01’, no município de Linhares na Região Norte do Estado do Espírito Santo, em um solo Podzólicos Vermelho Amarelo com textura argilo arenosa, com disponibilidade do solo de 89,2 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foi observado que a utilização da cobertura morta promoveu uma maior eficiência na absorção de nutrientes, acarretando uma maior produtividade e um maior peso do fruto, quando comparado ao solo nu - sem cobertura morta (GOMES FILHO et al.; 2008). Em relação a adubação foi aplicado mensalmente o nitrogênio e potássio, sendo utilizado 285,7 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio e 142,9 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio

Em estudo com mamoeiro, do grupo Solo, observaram a maior produtividade quando foi aplicado 280 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo 60% em adubação de

fundação e o restante em cobertura, associada a aplicação de K_2O e nitrogênio, na quantidade de 560 kg ha^{-1} , para ambos (OLIVEIRA; CALDAS, 2004). No solo na ocasião de implantação do pomar era observado 1,6% de matéria orgânica e $2,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 .

2.2.2 ENXOFRE

O enxofre é, provavelmente, o macronutriente menos empregado nas adubações. Os compostos orgânicos de enxofre no solo estão na forma de aminoácidos livres, sulfato orgânico e derivados de quinomas e aminoácidos com enxofre; a mineralização do enxofre depende da relação entre carbono e enxofre (C/S) no solo (ou substrato), mas o sulfato se forma somente quando o teor de enxofre da matéria orgânica excede a necessidade alimentar dos microorganismos do solo; assim, quando C/S for menor que 200 o sulfato geralmente acumula e acima de 400 o sulfato produzido e mais o existente no solo são imobilizados (MALAVOLTA, 1981). As quantidades de enxofre nos solos minerais variam de 0,02 a 0,2%, mas nos solos orgânicos pode chegar a 1%; o enxofre orgânico nos solos brasileiros representa 60-90% do total.

O enxofre faz parte dos aminoácidos metionina e cisteína, que são essenciais para formação de proteínas; os aminoácidos com enxofre formam as chamadas "pontes de enxofre", que contribuem para a estrutura terciária das proteínas. O aminoácido metionina é precursor do etileno, este participa da síntese de hormônios que regulam o desenvolvimento das plantas, tais como: auxinas, giberelinas e citocininas (MORAL et al., 1999).

A deficiência de enxofre pode ocorrer nas diversos cultivos nas várias regiões do Brasil, em razão, principalmente, da baixa fertilidade do solo (MALAVOLTA, 1982). Também pode estar associada à pequena quantidade de matéria orgânica presente no solo, o aumento da exportação de S pelos frutos,

ocasionado por produtividade elevada das variedades melhoradas, e da lixiviação de sulfato, acentuada pela aplicação de calcário e fósforo (VITTI et al., 2007). No entanto, a aplicação de enxofre é, na maioria das ocasiões, realizada de forma indireta, onde é adicionado ao solo através de adubos que contenha esse elemento, embora não tenha especificamente adubação sulfatada.

Na planta, a corrente transpiratória carrega o enxofre para a parte aérea via xilema, pode ser armazenado em pequena quantidade no vacúolo das células, assim deve haver um suprimento constante a partir de uma fonte externa (MALAVOLTA; MORAIS, 2007). Com a deficiência em enxofre o crescimento das plantas é retardado, pois, têm a sua síntese de proteínas interrompida; devido a diminuição de cistina e metiona, essências na formação de proteínas (RAIJ, 1991). Os aminoácidos com enxofre formam as chamadas "pontes de enxofre"; estas contribuem para a estrutura terciária das proteínas; a 'coenzima A' é outra molécula que contém enxofre, além de uma série de enzimas que contém o enxofre no seu sítio ativo (MORAL et al., 1999).

A metionina é precursora do etileno, gás responsável pela liberação ou indução de dormência de sementes; quebra de dormência de gemas laterais; senescência de flores; maturação de frutos; abscisão de frutos e folhas; formação de aerênquima; formação de raízes e pelos radiculares; indução a epinastia das folhas (TAIZ; ZEIGER, 2006).

O enxofre é componente do acetil-CoA, um dos principais compostos no ciclo de Krebs, influenciando, portanto, todo o metabolismo de gordura e de carboidratos; é participante da composição das ferredoxinas, complexos enzimáticos envolvidos na fotossíntese e na fixação do nitrogênio atmosférico e na formação da clorofila (CUNHA et al., 2001). O nível de clorofila aumenta nas plantas sob adubações sulfuradas; em deficiência de enxofre ocorre redução na fotossíntese, devido aos baixos conteúdos de clorofila (TISDALE, 1977).

Uma grande parte dos solos da América tropical é deficiente de enxofre, sendo mais comum nos solos arenosos, com baixos teores de matéria orgânica. Isto se deve ao fato do teor total de enxofre no solo ser bastante correlacionado com os

teores de matéria orgânica e nitrogênio, onde a maior porção de enxofre no solo aparece ligada ou associada à matéria orgânica (MASCARENHAS, 1977).

O enxofre pode interagir com outros elementos, onde a sua presença pode provocar o aumento (sinergismo) de compostos formados por nitrogênio; entretanto, pode provocar diminuição (inibição, antagonismo) com nitrogênio quando esta na forma de sulfato. Na falta do enxofre há menos aminoácidos sulfurados e proteínas, devido a diminuição do transporte de fotoassimilados da folha para os outros órgãos; enxofre em excesso, possivelmente, produz sulfeto, este é tóxico a planta. Entretanto, quando o enxofre esta na forma de sulfato faz com que ocorra a inibição da redutase do nitrato (enzima responsável pela redução do nitrato a amônia) que é ativada pelo molibdênio, este compete com o sulfato pelo mesmo sítio de absorção. O enxofre tem efeito antagonista com selênio e do cobre associado ao molibdênio; o selênio provoca a inibição da absorção de enxofre, onde o selênio formara aminoácidos em substituição do enxofre; quando em presença do sulfeto há formação do precipitado tiocobre de molibdato (MALAVOLTA; MORAIS, 2007).

Em condições de elevada concentração de enxofre na solução do solo, em face da fertilidade natural do solo ou da aplicação de fertilizantes, o fluxo em massa promove o suprimento do nutriente em quantidade suficiente para as plantas; em solos com maior efeito de agentes do intemperismo, com baixa concentração de nutrientes na solução do solo, o fluxo em massa pode ser insuficiente para satisfazer a demanda da planta (SILVA et al., 2002).

As plantas possuem um o mecanismo auto-regulatório, tendo a capacidade de restringir a absorção de um íon que esteja em condição de suprimento suficiente ou excessiva e incrementar a absorção do íon do qual estejam deficientes; este mecanismo de modulação é mais efetivo para o sulfato do que para o fosfato (SMITH; LONERAGAN, 1997). Entretanto, relatos de excesso de sulfatos no solo são raros e os danos causados às plantas, em solos alcalinos e, ou, salinizados com alto teor de sulfatos, deve-se principalmente ao efeito salino (BERGMANN, 1992). O efeito danoso às plantas é maior do que a salinidade do cloreto de sódio; em

genótipos de trigo a alta concentração de sulfato na solução promoveu um maior acúmulo de sódio, potássio e menos de magnésio e cálcio nas folhas e raízes, do que a alta concentração de cloro na solução (DATTA et al., 1995).

As plantas, em ambientes com alta concentração de sais, podem sofrer estresse de duas maneiras: em razão da baixa disponibilidade de água no solo, ocasionado pela diminuição do potencial osmótico na zona radicular, devido a grandes quantidades de sais na solução do solo; e pelo efeito tóxico de altas concentrações de íons específicos (DIAS et al., 2003; MACÊDO et al., 2007; MOURA, 2000).

Os efeitos causados pela toxicidade acontecem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos; este excesso promove, então, desbalanceamento e danos ao citoplasma, resultando em danos principalmente na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde, por transpiração, quase que tão somente água havendo, nessas regiões, acúmulo do sal translocado do solo para a planta e, obviamente, intensa toxidez de sais (DIAS et al., 2003). A salinidade provoca nas plantas um estresse hídrico, ocasionando mudanças fisiológicas; pelo fechamento dos estômatos, redução das taxas fotossintéticas (redução do CO₂), acúmulo de moléculas orgânicas e alterações nos níveis de hormônio (FLOWERS, 2004).

Com o aumento da pressão osmótica da solução do solo há uma redução da água disponível (MACÊDO et al., 2007); assim ocorre o fechamento dos estômatos é para evitar a perda excessiva de água. A etapa bioquímica da fotossíntese pode ser afetada de maneira indireta por condições salinas, pelo desbalanço nutricional e da queda do potencial de turgescência das folhas (LU; ZHANG, 1998).

No mercado brasileiro são comercializadas várias fontes de enxofre elementar, entretanto, as formulações não têm o embasamento científico suficiente para se justificar o uso crescente destas formulações em adubações (VITTI et al., 2006). Ao aplicar o enxofre elementar no solo, somente é absorvido pelas plantas depois de sua oxidação a sulfato por meio de reações catalisadas, principalmente, por microrganismos (HOROWITZ; MEURER, 2006). O enxofre é metabolizado

em compostos orgânicos, como os aminoácidos cistina, metionina e glutatona (LEGRIS-DELAPORTE et al., 1987). O qual foi constatado com a assimilação de enxofre elementar (^{35}S). O teor de nitrogênio da planta é dependente do fornecimento de enxofre (MALAVOLTA, 2006), assim caso falte este a assimilação de nitrogênio é prejudicada.

2.2.2.1 ADUBAÇÃO COM ENXOFRE

O uso de adubos com enxofre na sua constituição está diretamente relacionado com o uso eficiente do nitrogênio, pois, além da conhecida influência da ‘Lei do Mínimo’ na produtividade agrícola, ambos exercem funções tão relacionadas na vida da planta; sendo possível, em muitas vezes, definir-se o estado nutricional da planta com base na relação dos teores desses dois elementos na massa seca. A relação nitrogênio/enxofre da adubação influencia a resposta das plantas, onde ao se elevar a dose de nitrogênio na adubação, é necessário aumentar a dose de enxofre, correspondentemente, para se garantir o equilíbrio desses nutrientes dentro da planta e obter-se, desse modo, melhor resposta por parte das plantas (CUNHA et al., 2001).

Muitas vezes não há respostas para doses elevadas de enxofre, pelo fato de o nível nitrogênio na adubação não acompanhar este aumento. Pode ocorrer exatamente o contrário, ou seja, devido à falta do enxofre não é observada uma resposta às doses mais altas de nitrogênio (PUPO, 1979); fato, na verdade, mais comum de ser encontrado no meio rural - Lei do Mínimo de Liebig (FAGERIA, 1984). A inclusão de uma fonte de enxofre na formulação da adubação deve ser considerada, a fim de evitar a restrição os resultados positivos proporcionados pela adubação devido a deficiência de enxofre.

Em soja, a fitomassa seca total teve um incremento com a aplicação de enxofre, independentemente do método de aplicação de enxofre (diretamente no solo e via foliar) e da natureza da fonte do nutriente - pó molhável, suspensão homogênea e pó ventilado (VITTI et al., 2007).

Foram realizados uma série de experimentos, em campo e em casa de vegetação, para testar a fertilização com enxofre, onde utilizando um solo sob uma consorciação de trevo branco (*Trifolium repens* L.) com pensacola (*Paspalum notatum* Flugge) por um período aproximado de trinta anos, a adubação com enxofre aumentou anualmente a produção de massa seca e as quantidades de nitrogênio e enxofre em ambas as forrageiras (MONTEIRO, 1986). O trevo branco teve sua concentração de enxofre elevada, em função das fertilizações sulfuradas. Corroborando, em casa de vegetação, também observou a dependência da adubação com enxofre no desenvolvimento do trevo branco, tendo sido aumentadas a produção de massa seca, as concentrações e quantidades de nitrogênio e enxofre na planta, ao ser incrementada doses de enxofre.

Com a utilização de enxofre ocorreu um incremento de 70% na produção de *Paspalum notatum* Flugge, em vasos com areia fina, comparado a testemunha - sem enxofre (WILKINSON; LANGDALE, 1974). Em trabalho conduzido com o objetivo de determinar a produção e a qualidade da forragem de um campo natural em Planossolo, onde ao submeter a diferentes combinações de doses de nitrogênio e enxofre, em fertilizações nitrogenadas ou sulfuradas, observou um aumento na produção de massa seca e o teor de proteína bruta da forragem do campo natural; onde doses de enxofre de, aproximadamente, 35 kg/ha foram suficientes para maximizar a produção de massa seca (CUNHA et al., 2001).

Testando efeitos de diferentes combinações de fontes nitrogenadas - sulfato de amônio (22% de enxofre) e nitrato de cálcio - na produção do mamoeiro 'Tainung -01, em Cruz das Almas, utilizando a fertirrigação, observou a maior produtividade quando utilizou 25% do nitrogênio total aplicado (350 kg ha⁻¹ de N) com a fonte sulfato de amônio; esta dose aplicada representou um incremento de 37,1% para a produtividade e 19,3% para o número de fruto, quando comparado com a utilização de somente a fonte sulfato de amônio (SOUZA et al. 2007). Foi aplicado em cobertura 87,9 kg ha⁻¹ de enxofre, enquanto que a disponibilidade de enxofre no solo, de acordo com a análise química, era de 659,0 kg ha⁻¹ de enxofre, assim a disponibilidade total, durante o desenvolvimento da planta, foi de 746,9 kg

ha⁻¹ de enxofre.

Na condução de um ensaio, em Macaé – RJ, foi aplicado 85,7 kg ha⁻¹ de enxofre na adubação de fundação, tendo como fonte o superfosfato simples (com 12% de enxofre), e 673,3 kg ha⁻¹ de enxofre em adubação de cobertura ao aplicar o sulfato de amônio. Ainda aplicou 860,9 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e em fundação 89,3 kg ha⁻¹ de FTE-BR12 (fonte de micronutrientes); no qual foi observada a produtividade de 68,5 ton ha⁻¹, o peso médio do fruto de 1,4 kg, o comprimento de 22,3 cm, o diâmetro do fruto de 11,7 cm, um pH da polpa de 5,1, um sólido solúvel de 12,1 °Brix, uma acidez titulável de 0,05 g 100g⁻¹ da polpa e uma vitamina C de 70 mg por 100 g de polpa mamão Tainung-01 (MARINHO et al., 2002).

Ao aplicar, em adubação de cobertura, 57,1 kg ha⁻¹ de nitrogênio tendo como fonte o sulfato de amônio, aplicou também 62,8 kg ha⁻¹ de enxofre, observou uma produtividade, em Linhares -ES, variando de 138,1 a 175,7 ton ha⁻¹ no mamoeiro ‘Tainung -01’, de acordo com os tratamentos utilizados (utilizando cobertura morta e solo descoberto, respectivamente), no qual cada planta produziu, em média, 55,6 frutos em todo o ciclo (GOMES FILHO et al., 2008).

Em trabalho realizado em Cruz das Almas, avaliando o efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em mamoeiros do grupo ‘Solo’, aplicou 833 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, tendo 112 kg ha⁻¹ de enxofre, em adubação de fundação (OLIVEIRA; CALDAS, 2004).

Embora, sejam observados trabalhos com adubação na produção, qualidade e rentabilidade de mamoeiro há necessidade de serem realizados ensaios nas diversas condições edafoclimáticas brasileiras. Assim ocorrerá uma maior probabilidade de sucesso no empreendimento, nos seus diversos seguimentos, da cadeia produtiva do mamoeiro.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFIF, E.; BARRON, V.; TORRENT, J.. Organic matter delays but does not prevent phosphate sorption by cerrado soils from Brazil. **Soil Science**, Madison, v.159, n.3, p. 207-211, 1995.

ABREU, N. A. A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B. G.; TEIXEIRA, 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, 2005.

ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRON, V. Cor do solo, formas do fósforo e a adsorção de fosfatos em Latossolo desenvolvidos de basalto no extremo-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.27, n.6, p.985-1002, 2003.

ALVES, F. L. A cultura do mamão *Carica papaya* no Mundo, no Brasil e no Estado do Espírito Santo. In: Martins, D. S.; Costa, A. F. S. **A cultura do mamoeiro**. Tecnologias de produção. Vitória, ES: Incaper. 2003. 497p.

ARAÚJO FILHO, G. C.; PAZ, J. S.; CASTRO, F. A.; SEABRA FILHO, M. **Produtor de mamão**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha / Instituto Centro de Ensino Tecnológico. 2002. 72p.

ARAÚJO, F. A. R.; MENEZES JUNIOR, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, E. F.; GONDIM, S. C.; DANTAS, T. A. G; CAVALCANTE, Í. H. L. Composição de macronutrientes em folhas de mamoeiro desenvolvido em solo com biofertilizante líquido. In: MARTINS, D. S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: INCAPER, 2005. p.351-354.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

BAR-YOSEF, B.; SAGIN, B.; MARKOVITVH, T. Sweet corn response to surface and subsurface trickle phosphorus fertigation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p.443-447. 1989.

BERILLI, S. S. **Atributos qualitativos de frutos de mamoeiro híbrido -**

Uenf/Caliman 01 - sob lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio. 2006. 94f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” – UENF, Campos dos Goytacazes, 2006.

BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, J. G.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B.; SOUSA, E. F.; VIANA, A. P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n. 1, p.11-14, 2007.

BIALE, J. G. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**, New York, v.10, p.293-354, 1960.

BLEINROTH, E. W. **Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais.** Campinas: ITAL, p.19-32, 1992.

BLEINROTH, E. W; SIGRIST, J. M. M. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C. (Ed.). **Mamão: Cultura, matéria- prima, processamento e aspectos econômicos.** Campinas: ITAL, p. 179-254, 1995. (Frutas tropicais, 7).

BURG, S. P.; BURG, E. A. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. **Plant Physiology**, Rockville, v.42, p.144-152, 1967.

CHEN, N. K. L. **Chemical changes during the post-harvest ripening of papaya fruit.** 1963, 48f. Honolulu. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade do Hawaii, Honolulu, 1963.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo.** 2. ed. Revisada e ampliada. Lavras: Editora UFLA, 2005, 785 p.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G. Fertirrigação do mamoeiro. In: MARTINS, D. S. **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado Interno.** Vitória: Incaper. p. 237 – 250, 2004.

COSTA, E. E.; FRANÇA, G. E.; ALVES, V. M. C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.139, p.63-68, 1986.

CUNHA, M. K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F.

Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.651-658, 2001.

CUNHA, R. J. P. **Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiências de macronutrientes e do boro em mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. 1979, 131f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, 1979.

DANTAS, J. L. L. Introdução. In: **Mamão produção: Aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, p. 9, 2000.

DASBERG, S.; BRESLER, E. **Drip irrigation manual**. Logan: International Irrigation Center, 1985. 95p.

DATTA, K. S.; KUMAR, A.; VARMA, S. K.; ANGRISH, R. Differentiation of chloride and sulphate salinity on the basis of ionic distribution in genetically diverse cultivars of wheat. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, n. 10, p.2199-2212, 1995.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ / Departamento de Engenharia Rural, 2003. 118p. (Série Didática, 13).

FARIAS, A. R. N.; OLIVEIRA, A. M. G.; SANTOS FILHO, H. P.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, M. A.; SANCHES, N. F.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **A cultura do mamão**. 2ª ed., Brasília: Embrapa - SPI, 1998. 92p. (Coleção Plantar, 37).

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004. 2004.

FOLEGATTI, M. I. da S.; MATSUURA, F. C. A. U. **Mamão: Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA - Mandioca e Fruticultura, 2002. 59p. (Frutas do Brasil, 21).

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Avaliação preliminar de fosfato com acidulação parcial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.1, p.75-80, 1986.

GOEDERT, W. J. **Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados**

não tradicionais. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1986a, 21p. (Documento, 24).

GOMES FILHO, A. **Ocorrência da mancha fisiológica do mamão** (*Carica papaya* L.) **sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas de solo.** 2005, 98f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” – UENF, Campos dos Goytacazes, 2005.

GOMES FILHO, A.; OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Mancha fisiológica e produtividade do mamão Tainung 01: efeito da lâmina de irrigação e cobertura do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1161-1167, 2008.

GOMES, P. M. A., FIGUEIRÊDO, R. M. F., QUEIROZ, A. J. M. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.2, p.157-165, 2002.

GRATHWOHL, P. Influence of organic matter from soils and sediments from various origins on sorption of some chlorinated aliphatic hydrocarbons: implication on Koc correlations. **Environmental Science and Technology**, Washington, v.24, n.11, p. 1687-1692, 1990.

HEUER, B. Photosynthetic carbon metabolism of crops under salt stress. In: PESSARAKLI, M. (Ed). **Handbook of photosynthesis.** New York: Marcel Dekker, 1997. p.887-896.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Oxidação do enxofre elementar em solos tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.822-828, 2006.

JACOMINO, A. P.; BRON, I. V.; KLUGE, R. A. Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão. In: MARTINS, D. S. **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado Interno.** Vitória: Incaper. p.278 – 289, 2003.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIST, B. B.; VENCATO, A. Z.; SANTOS, C.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R. POLL, H.; BELING, R. R. (Eds). **Anuário brasileiro da fruticultura 2012.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2012. 128 p.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**,

Amsterdam, v.20, n. 3, p.207-220, 2000.

LEGRIS-DELAPORTE, S.; FERRON, F.; LANDRY, J.; COSTES, C. Metabolization of elemental sulfur in wheat leaves consecutive to its foliar application. **Plant Physiology**, Rockville, v.85, p.1026-1030, 1987.

LELIÈVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.101, p.727-739, 1997.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1998. 177 p

LU, C.; ZHANG, J. Thermostability of photosystem II is increased in salt-stressed sorghum. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 25, p. 317-324, 1998.

LUNA, J. V. U. Variedades de mamoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 13, n.134, p.14-18, 1986.

MACÊDO, L. S.; SOUSA, M. R.; MORRILL, W. B. B. Drenagem para Controle da Salinidade. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.1., n.2, p.69-71, 2007.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

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

MALAVOLTA, E. **Nitrogênio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. São Paulo: Centro de Pesquisa e Promoção do Sulfato de Amônio, 1982. 59p.

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

MANICA, I. **Fruticultura tropical: 3 - Mamão**. São Paulo: Agronômica Ceres, 255p, 1982.

MACEDO, G. A.; PASTORE, G. M.; SATO, H. H.; PARK, Y. K. **Bioquímica experimental de alimentos**. São Paulo: Varela. 187p, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba: POTAFÓS, 1985. 136p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995. 674p.

MARIN, S. L. D.; SILVA, J. G. F. Aspectos econômicos e mercados para a cultura do mamoeiro do grupo solo na região norte do Espírito Santo. In: MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. (Ed.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas: EUFBA/EMBRAPA, 1996. p. 3-20.

MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C.; MARINS, S. L. D.; VIEIRA, A. Análise química do pecíolo e limbo foliar como indicadora do estado nutricional dos mamoeiros ‘Solo’ e ‘Formosa’. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.373-381, 2002.

MASCARENHAS, H. A. A. **Cálcio, enxofre e ferro no solo e na planta**. Campinas: Fundação Cargill. 1977. 95p.

MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A.; GURGEL, R. L. S.; FERREIRA, E. A.; ORBES, M. Y.; TOSTA, M. S. Crescimento de mudas de mamoeiro “Formosa” em substratos com utilização de composto orgânico e superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 861-868, 2006.

MENDONÇA, V.; LEITE, G. A.; MEDEIROS, P. V. Q.; MEDEIROS, L. F.; CALDAS, A. V. C. Crescimento inicial de mudas de cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC) em substrato enriquecido com superfosfato simples. **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.81-86, 2009.

MESQUITA FILHO, M. V.; TORRENT, J., Phosphate sorption as related to mineralogy of a hydrosequence of soils from the cerrado region (Brazil). **Geoderma**, Amsterdam, v.58, p.107-123, 1993.

MONTEIRO, F. A. **Sulfur fertilization and nutrient distribution in a Florida spodosol profile under white clover – *Pensacola bahiagrass***. Gainesville: University of Florida, 1986. 182p. (Ph.D. Dissertation), University of Florida, 1986.

MORAL, O. F. G.; MORENA, I.; RAMOS, J. M. Effects of nitrogen and foliar sulphur interaction on grain yield and yield components in barley. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 183, n. 2, p. 213-226, 1999.

MOREIRA, F. L. M.; MOTA, F. O. B.; CLEMENTE, C. A.; AZEVEDO, G. V. Adsorção de fósforo em solos do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.1, p.7-12, 2006.

MOURA, R. F. **Efeitos das lâminas de lixiviação de recuperação do solo e da salinidade da água de irrigação sobre os componentes de produção e coeficiente de cultivo da beterraba**. 2000, 119 f.. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

NATALE, W. **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: 10 mar. 2011.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F.; BRAGA FILHO, L. J.; Aplicação de "tufito" e NPK na adubação do feijão, em um solo de Patos de Minas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.18, n.98, p.308-314, 1971.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: DPS. 1999. 399p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 472-550.

OLIVEIRA, A. M. G., CALDAS, R. C. Produção do mamoeiro em função de

adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 160-163, 2004.

OLIVEIRA, A. M. G.; FRIAS, R. R. N.; SANTOS FILHO, H. P.; OLIVEIRA, J. R. P.; DANTAS, J. L. L.; SANTOS, L. B.; OLIVEIRA, M. A.; SILVA, M. J.; ALMEIDA, O. A.; NICKEL, L. L.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M. **Mamão para exportação: Aspectos técnicos de produção**. Brasília. 1994, 52p.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C. **Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado**. Cruz das Almas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004. 10p. (Circular Técnica, 69).

PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S (Coord.). **Fertirrigação flores frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.331.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.85-92, 2001.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas-SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. 343p.

QUAGGIO, J. A. Conceitos modernos sobre a calagem e adubação para citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 2, p. 457-488, 1992.

RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. (ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e Adubação**. Piracicaba: Potafós, 1991. 343p.

RAUSCHKOLB, R. S.; ROLSTON, D. E.; MILLER, R. J.; CARLTON, A. B.; BURAU, R. J. Phosphorus fertilization with drip irrigation. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v.40. p.68-71, 1976.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D. I.; SANTOS, J. Z. L.; CARNEIRO, L.

F. . Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 453-466, 2006.

ROLSTON, D. E.; MILLER, R. J.; SCHULBACH, H. Management principles. In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.317-345.

RUGGIERO, C.; DURIGAN, J. F.; GOES, A.; NATALE, W.; BENASSI, A. C. Panorama da cultura do mamão no Brasil e no Mundo: situação atual e tendências. In : **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**, Vitória -ES, Incaper, v.1,728p, 2003.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 076-082, 2011.

SANYAL, S. K.; DATA, S. K. Chemistry of phosphorus transformations in soil. **Advanced Soil Science**, New York, v.16, p.102-120, 1991.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, 2010. (Texto de capa).

SCHMILDT, E. R.; TEIXEIRA, S. L.; SCHMILDT, O. Estabelecimento e multiplicação in vitro do mamoeiro ‘Sunrise Solo Line 72/12’ e ‘Tainung 01’. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: INCAPER, 2005. p.221-224.

SHINAGAWA, F. B. **Avaliação das características bioquímicas da polpa de mamão (*Carica papaya* L.) processada por alta pressão hidrostática**. 2009, 134f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, D. J.; VENEGAS, V. H. A.; RUIZ, H. A. Transporte de enxofre para as raízes de soja em três solos de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1161-1167, 2002.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P.; LIMA, J. M.; CARVALHO, A. R. Rotação adubo verde – milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.6, p.649-654, 1997.

SIQUEIRA, J. O.; ANDRADE, A. T.; FAQUIN, V. O papel dos microrganismos na disponibilização e aquisição de fósforo pelas plantas. In: YAMADA, T.; ABDALA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2004. p. 117-149.

SOUZA, E. A.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; COELHO FILHO, M. A. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com fósforo por gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 495-499, 2005.

SOUZA, L. F. S.; TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A. M. G. Calagem, exigências nutricionais e adubação. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 26-34. (Frutas do Brasil, 3).

SOUZA, J. S. Mercado Mundial. In: **Mamão Pós-colheita**. Brasília: Embrapa. 2002. p.9-11.

SOUZA, O. P. MANCIN, C. A. MELO, B. **Cultura da goiabeira**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/goiabao.html>>. Acesso em: 02 de maio 2009.

SOUZA, T. V.; PAZ, V. P. S.; COELHO, E. F.; PEREIRA, F. A. C.; LEDO, C. A. S.. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 563-574, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 719p.

TISDALE, S.L. **Sulfur in forage quality and ruminant nutrition**. Washington: The Sulfur Institute.1977. 13p. (Technical Bulletin, 22).

TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A. A. R.; NASCIMENTO, A. S.; OLIVEIRA, A. M. G.; RTZINGER, C. H. S. P.; BARBOSA, C. J.; COSTA, D. C.; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; OLIVEIRA, J. R. P. **Mamão Produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa - Mandioca e Fruticultura. 2000. 77p. (Frutas do Brasil, 3).

UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinases: Aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, 388-394, 2007.

VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G. ANJOS, L. H.C. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.11-118, 2003.

VITTI, G. C.; FAVARIN, J. L.; GALLO, L. A.; PIEDADE, S. M. S.; FARIA, M. R. M.; CICARONE, F. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.225-229, 2007.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: MANLIO, S. F. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.299-325.

VOLPE, C. A.; SCHOFFEL, E.; BARBOSA, J. C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas ‘Valência’ e ‘Natal’ na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v.24, n.2, p. 436-441, 2002.

WALL, M. M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, p. 434-445, 2006.

WILKINSON, S.R., LANGDALE, G.W. 1974. Fertility needs of the warm-season grasses. In: MAYS, D. A. (Ed.). **Forage fertilization**, Madison. ASA-CSSA-SSSA. 1974. p.119-146.

CAPÍTULO II - MAMOEIRO FORMOSA ‘TAINUNG-01’ SOB ADUBAÇÃO COM FOSFATO MONOAMÔNICO EM FUNDAÇÃO E ASSOCIADO EM COBERTURAS

RESUMO

A obtenção de alta produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro está diretamente associada a uma adubação balanceada, onde os fertilizantes fosfatados têm um papel importante no sistema de produção agrícola. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de dosagens de fosfato monoamônico em fundação e associado em coberturas na produção, qualidade de frutos e rentabilidade do mamoeiro “Tainung-01”, nas condições edafoclimáticas de Baraúna (RN). Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados completos, em esquema de parcela subdividida, tendo como fator principal quatro doses em fundação (0; 80; 160 e 250 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico [MAP] granulado) e como subparcela duas adubações em cobertura (“20 kg ha⁻¹ de Cosmofert[®] + 45 kg ha⁻¹ de MAP” e “90 kg ha⁻¹ de MAP”). A adubação de fundação com fosfato monoamônico respondeu negativamente na produção destinada exclusivamente ao mercado interno. Quando a produção é destinada ao mercado externo pode ser utilizada uma dosagem de 74,0 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico. A utilização de 126,0 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico em fundação promoveu uma melhor qualidade média de frutos. A ausência de adubação de fundação com fosfato monoamônico promoveu a maior rentabilidade.

Palavras-chaves: *Carica papaya* L. Fósforo. Produção. Qualidade de fruto. Rentabilidade.

CHAPTER II - PAPAYA FORMOSA 'TAINUNG-01' UNDER FERTILIZERS WITH MONOAMMONIUM PHOSPHATE IN FOUNDATION AND ASSOCIATED IN COVERING FERTILIZATION

ABSTRACT

The obtaining of good productivity and quality of fruits is directly associated it a balanced fertilizer, where the phosphate fertilizers have an important role in the agricultural production system. In this context, it was aimed at to evaluate the effect of doses of monoammonium phosphate in foundation and associated in coverings in production, quality of fruits and profitability of papaya Formosa "Tainung-01", in the climate conditions and soil of Barauna (Brazil – State of Rio Grande of Norte). The experimental design was complete randomized blocks, in outline of split plots, having as the main factor four fertilizer doses in foundation (0; 80; 160 and 250 kg ha⁻¹ of monoammonium phosphate [MAP]) and as sub portion two fertilizers in covering ("20 kg ha⁻¹ of Cosmofert® + 45 kg ha⁻¹ of MAP" and "90 kg ha⁻¹ of MAP"). The foundation fertilizer with monoammonium phosphate answered negatively in the production destined exclusively to the internal market. When the production is destined to the external market, a dose of 74 kg ha⁻¹ of monoammonium phosphate can be used. The use of 126 kg ha⁻¹ of monoammonium phosphate in foundation promoted a better medium fruit quality. The absence of foundation monoammonium phosphate fertilizer promoted the largest profitability.

Key- words: *Carica papaya* L. Phosphorus. Production. Fruit quality. Profitability.

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), pertencente à família Caricaceae, é cultivado em regiões tropicais e subtropicais, encontrando-se disseminado praticamente em todo o território nacional, onde há vastas regiões com condições edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento (OLIVEIRA; CALDAS, 2004). Na região Norte e Nordeste do Brasil, onde o clima é quente e úmido, o mamoeiro cresce e produz melhor do que nas outras regiões, com clima mais frio (RUGGIERO, 1980; SCHMILDT et al., 2005). A grande concentração da área cultivada está na Bahia (extremo sul) e representa quase 50% da produção nacional, seguido pelo Espírito Santo (região norte do estado, com 31%), Ceará (6%) e Rio Grande do Norte (6%) (KIST et al., 2012).

O mamoeiro tem desenvolvimento rápido e contínuo, com floração, crescimento, frutificação e maturação de frutos ocorrendo concomitantes e ininterruptas; assim, a planta necessita de e adubações e constantes durante todo o seu ciclo (OLIVEIRA; CALDAS, 2004). Dentre os nutrientes, o fósforo é o macronutriente requerido em menor quantidade pelo mamoeiro, se acumula na planta de forma crescente e uniforme (CUNHA, 1979). Em solos de regiões tropicais, geralmente há pouca quantidade disponível para a absorção das plantas (PRADO et al., 2005), assim são necessárias adubações para aumentar seus níveis.

O fósforo atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários outros processos na planta. Promove a formação e o crescimento prematuro das raízes, além de melhoria da qualidade de frutas. A absorção de fósforo pelas plantas é influenciada sinergicamente pelo nitrogênio (LOPES, 1998). Em deficiência de fósforo o crescimento das plantas jovens é reduzido (TAIZ; ZEIGER, 2006), devido a redução do desenvolvimento radicular, na fase inicial (OLIVEIRA et al., 2004). Em deficiência resulta na baixa produtividade e frutos de qualidade inferior (MANICA, 1981).

Vários autores têm demonstrado nos seus resultados de pesquisa respostas positivas às adubações com fósforo em mamoeiro (MARINHO et al., 2002; MENDONÇA et al., 2006; OLIVEIRA; CALDAS, 2004; SOUZA et al., 2005b). Entretanto, há possibilidade de não haver resposta ao realizar uma adubação fosfatada (QUAGGIO, 1992). Em solos com elevada disponibilidade de fósforo, quando da utilização das doses mais altas do fertilizante fosfatado, pode ser observados decréscimos nas produções (NOVAIS; BRAGA FILHO, 1971).

Aplicações excessivas de fertilizantes podem provocar desequilíbrios nutricionais, poluir o ambiente e tornar a prática antieconômica (NATALE, 2011). Os problemas causados diretamente pelo excesso de fósforo, embora possam limitar o desenvolvimento da planta pela denominada 'toxidez de fósforo' (MARSCHNER, 1995), são mínimos, se comparados aos problemas indiretos causados pela deficiência induzida de outros nutrientes, como ferro e zinco (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Com deficiência de ferro as folhas novas tornam se incapazes de sintetizar clorofila, pois, este nutriente catalisa a biossíntese da clorofila e faz parte da ferredoxina. O solo com altas concentrações de fosfatos solúveis, pode ocorrer a precipitação do ferro (FePO_4) e em relação ao metabolismo na planta, apresenta baixa mobilidade nos tecidos vegetais e é afetado, negativamente, pelo alto conteúdo de fósforo (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Este pode formar precipitados com o ferro na superfície da raiz ou nas junções nervura-mesófilo (MALAVOLTA, 2004). Também pode ocorrer um efeito tóxico as plantas pela água oxigenada (H_2O_2), pois, é desdobrada pela enzima peroxidase, que é dependente de ferro (MALAVOLTA, 1979).

Assim com o aumento do fornecimento de fósforo, após certo nível, é promovida uma diminuição dos teores de zinco na parte aérea e induzir a precipitação do zinco aos componentes do solo (ARAÚJO; MACHADO, 2006); formam ainda precipitados na superfície da raiz e no xilema (MALAVOLTA, 2004). O zinco atuante como co-fator enzimático, esta envolvido na síntese e conservação de auxinas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Estas atuam como

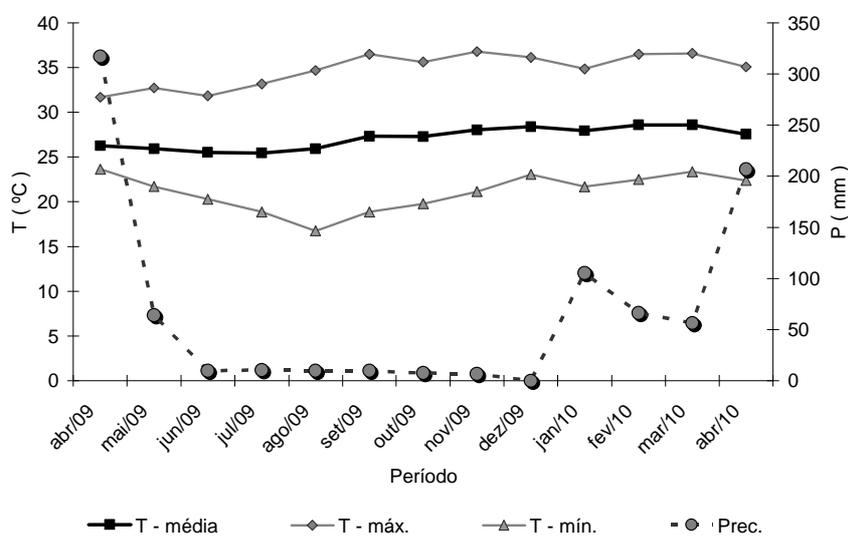
mecanismo de controle o crescimento da planta e distúrbios podem ocasionar reduções das raízes e abortamento de flores (VALIO, 1979).

Em altos teores de fósforo e na presença cálcio, pode ocorrer uma precipitação de fosfato de cálcio que é insolúvel (NOVAIS et al., 2007), reduzindo o crescimento e a multiplicação das suas raízes (SOUZA et al., 2000). Podendo ocorrer distúrbios na germinação do grão de pólen e para o crescimento do tubo polínico, ocasionado por distúrbios na síntese da parede celular ou no funcionamento da plasmalema (MALAVOLTA, 1980). Há uma relação direta entre o conteúdo de cálcio nos frutos e a firmeza, no tempo de vida útil de prateleira. Quando o conteúdo de cálcio no fruto é baixo, o metabolismo respiratório aumenta e acelera a maturação e a senescência (PRATELLA, 2003). Com a adubação equilibrada as paredes celulares e as lamelas médias de frutos ficam definidas e estruturadas (EVANGELISTA et al., 2002; GLENN; POOVAIAH, 1990; NATALE et al., 2005).

Assim há necessidade de pesquisas no cultivo mamoeiro Formosa, para que possam ser repassadas aos produtores técnicas e informação para maximização da receita dos produtores da região do Agropólo Mossoró-Assu. Neste contexto objetivou avaliar o efeito de dosagens de fosfato monoamônico em adubação de fundação e associado em adubações de cobertura na produção, na qualidade de frutos e na rentabilidade do mamoeiro “Tainung-01”, nas condições edafoclimáticas de Baraúna - RN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em pomar comercial da empresa “WG Fruticultura”, de abril de 2009 a abril de 2010; localizado no Agropólo Mossoró - Assu, no município de Baraúna, situado na região noroeste do Estado do Rio Grande do Norte, com coordenadas geográficas de 5° 04' 31" de latitude sul e longitude de 37° 37' 40" a oeste de Greenwich, e à 105 m de altitude; tendo como cultura antecessora o meloeiro. Segundo classificação climática de Köppen, o clima na região é do tipo BSw'h', ou seja, quente e seco, com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono (CARMO FILHO et al., 1987); com os meses de fevereiro a maio o quadrimestre mais úmido e de agosto a novembro o quadrimestre mais seco. Foram coletados diariamente dados de volume de chuva, de temperatura média, máxima e mínima, para caracterizar as condições do clima no decorrer da condução do experimento (Figura 1).



Fonte: Estação climatológica da UFERSA (2010)

Figura 1 – Temperatura (T) média, máxima (máx.), mínima (mín.) e precipitação (P) em função do período de condução do experimento. Mossoró – RN, 2012.

Foi realizada a gradagem em toda área de cultivo e subsolagem na linha de plantio; sendo nesta levantamento camalhões (1,6 m de largura da base e com 30 cm de altura) e seguida a montagem do sistema de irrigação, este em 14/04/2009. O sistema de irrigação utilizado foi de mangueiras gotejadoras de 20 mm de diâmetro e com espaçamento de 0,3 m entre emissores. Antes do início da montagem do ensaio foi retirada amostra de solo, para análise química da fertilidade, na linha de plantio, imediatamente após a subsolagem e antes de levantar o camalhão (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo antes da implantação do ensaio. Baraúna - RN, 2012

pH (CaCl ₂)	7,8
P (mg dm ⁻³)	92,0
K (mg dm ⁻³)	229,0
Ca (mmol _c dm ⁻³)	5,1
Mg (mmol _c dm ⁻³)	1,4
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	-
CTC (mmol _c dm ⁻³)	7,2
Na (mg dm ⁻³)	44,0
Fe (mg dm ⁻³)	10,8
Zn (mg dm ⁻³)	2,6
Cu (mg dm ⁻³)	2,9
Mn (mg dm ⁻³)	14,0
V (%)	97,3

Analises realizadas pelo laboratório da EMPARN - Natal (RN).

Foram utilizadas plantas do mamoeiro formosa, híbrido “Tainung-01”, com mudas produzidas em bandejas de poliestireno estendido de 128 células, preenchidas com substrato comercial; sendo transplantadas aos 21 dias após a

emergência (23/04/2009). O replantio foi realizado aos 4º e 7º dias após o transplântio. Foi utilizado o transplântio em fileiras simples com 1250 covas ha⁻¹ - com espaçamento de 4 m entre linhas e 2 m entre plantas. Cada cova recebeu três mudas de mamoeiro, que no florescimento foi realizado o desbaste, deixando somente uma planta hermafrodita por cova (OLIVEIRA; CARVALHO, 2000).

No dia e após 2 dias do transplântio das mudas foi aplicado via solo, em volta do colo, 20 ml em cada muda da solução composta por: 60 ml de 'Pole Humus[®]' (solução húmica-fúlvica), para induzir o enraizamento e o maior pegamento de mudas; misturado com de 40 ml de 'Aliette Flash[®]' (fungicida sistêmico do grupo fosfanato), como preventivo ao ataque de fungos de solo. As aplicações foram realizadas com bomba costal de 20 L, sem o bico de pulverização.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados completos, em esquema de parcela subdividida, tendo como fator principal quatro doses de adubação em fundação (0; 80; 160 e 250 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico [MAP] granulado) e como subparcela duas adubações em cobertura ("20 kg ha⁻¹ de Cosmofert[®] + 45 kg ha⁻¹ de MAP" e "90 kg ha⁻¹ de MAP").

O MAP (granulado para adubação de fundação; semi-purificado e em pó para adubações de cobertura) utilizado foi de fórmula 09-48-00, enquanto o Cosmofert[®] (líquido), produzido no México, com densidade é de 1,3 kg l⁻¹ e de fórmula 08-24-00, utilizando o nitrogênio amoniacal e pentóxido de fósforo (no mínimo 70% na forma de ortofosfato), como fontes de nitrogênio e fósforo, respectivamente; além de conter em sua fórmula 7,2% de ácidos orgânicos (ácidos húmicos e flúvicos, associados com humina). As adubações em coberturas foram divididas em aplicações semanais no período compreendido entre 150 a 210 dias após o transplântio; cada unidade experimental foi composta por 10 plantas, sendo considerada parcela útil as cinco centrais. Também foi aplicado aos 217 dias após o transplântio, a lanço em semi-círculo do caule, 78,2 kg ha⁻¹ de sulfato de amônia e 31,3 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

As colheitas iniciaram no oitavo mês e se estenderam até o 12º mês após o

transplântio das mudas. Foram realizadas semanalmente e no período matinal, sendo coletados e classificados todos os frutos de três plantas por unidade experimental. O ponto de maturação foi o estágio 'color break' (estágio 2), com a casca verde claro e com duas estrias amareladas longitudinais (SANCHES, 2012).

As avaliações foram realizadas até o final da colheita do ciclo, ou seja, aos 12 meses; ocasião em que as plantas estavam com alta incidência de viroses e foram erradicadas, para não comprometer outras áreas de cultivo adjacente. Enquanto a qualidade dos frutos foi realizada no 10º mês após o transplântio das mudas.

Foram considerados como descarte (não comercial) os frutos que apresentaram peso menor que 0,9 kg e com defeitos graves ou leves, para a aparência visual (CEAGESP, 2013). Foram considerados como mercado externo os frutos com peso entre 0,9 kg a 1,3 kg; com formato característico do grupo formosa comprido. Todos os frutos não classificados como mercado externo e não-comercial foram inseridos no mercado interno; sendo, considerado comercial a somatório entre o mercado interno e externo; já o total foi resultado da somatória entre o comercial e o não comercial.

O número de frutos e a produção foram determinados pelo somatório acumulativo, durante toda a colheita, dos valores mensurados, sendo expressos em unidade planta⁻¹ e kg planta⁻¹, respectivamente. O peso médio de fruto foi calculado pela divisão dos valores da produção pelo número de frutos, com valores expressos em kg fruto⁻¹. Para determinação da produtividade foi multiplicado a produção pelo número de plantas em um hectare (1250), cujos valores são expressos em toneladas hectare⁻¹.

As mensurações da qualidade do fruto foram realizadas no laboratório de pós-colheita da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado no município de Mossoró - RN, distante a 30 km da área de cultivo do mamoeiro. A firmeza da polpa foi determinada com a utilização de um penetrômetro analógico (Fruit Pressure Tester TR) com ponteira de 8 mm de diâmetro, sendo realizada duas medidas por fruto, em lados opostos; retirando-se 1 mm da casca antes da

medida.

Para medida do comprimento longitudinal e transversal do fruto, este foi cortado longitudinalmente e posteriormente realizado as mensurações, com valores expressos em cm. A vitamina C foi calculada colocando 5 ml da polpa em um balão de 100 ml, completado com ácido oxálico a 5%; para titulação foi retirada uma alíquota 5 ml desta solução e colocado em um erlenmeyer e completado até 50 ml, desta foi titulado com solução de Tillman (adaptado de STROHECKER; HENNING, 1967), com valores expressos em miligramas por 100 gramas de polpa.

O conteúdo de sólidos solúveis, com os valores expressos em °Brix, foi determinado com o auxílio de um refratômetro digital (modelo 'PR-100 Pallette' da marca Atago); fez-se a determinação pingando três gotas da polpa retirada de uma centrífuga de extrator de suco (marca Fun Kitchen), com amostras retiradas de uma fatia longitudinal. A acidez titulável, foi determinada retirando uma alíquota de 10 ml da polpa e pipetado para completar 50 ml com água destilada em um erlenmeyer e colocadas cinco gotas de indicador (fenolftaleína); a solução foi titulada com hidróxido de sódio a 0,1 N; sendo os valores expressos em percentagem de ácido cítrico na polpa (AOAC, 1992).

As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2011). Para as variáveis em que foi verificada uma significância ($p < 0,05$) pelo teste F, para as médias qualitativas (adubações de cobertura) foi realizado o teste Tukey ($p < 0,05$) e as médias quantitativas (doses de MAP em adubação de fundação) foram submetidas a uma análise de regressão, onde foi escolhido o modelo representativo da resposta biológica e tendo efeito significativo pelo teste t ($p < 0,05$), para todos os parâmetros da equação (GOMES, 2000). As estimações das regressões foram realizadas no software Table Curve® (JANDEL SCIENTIFIC, 1991) e pelo SISVAR. A dose promotora de maior eficiência agrônômica, para cada variável analisada, foi calculada com base na derivada da equação de regressão estimada da própria Figura.

Para estimação dos custos de produção foi adaptado de acordo com os custos de produção do trabalho realizado por Barreto et al. (2010), cujos dados da pesquisa foram obtidos junto aos produtores que cultivam o mamão no município de Baraúna -RN, nas lojas que comercializam insumos agrícolas localizadas nas cidades de Baraúna e Mossoró - RN. Sendo cotado, durante a realização do ensaio, somente para o MAP - granulado, MAP- 'semi-purificado' e Cosmofert[®], tendo o valor médio de R\$ 2,0 kg⁻¹, R\$ 3,5 kg⁻¹, R\$ 11,3 kg⁻¹ (ou R\$ 14,7 L⁻¹), respectivamente. Para a determinação da receita bruta, adotou-se a multiplicação da produtividade média de cada tratamento utilizado pelo valor médio cotado do mamoeiro no CEASA-CE (R\$ 0,5), destinado ao mercado interno, no período de 2.000 a 2.011. O valor pago para o mamoeiro destinado ao mercado externo foi adotado, para cálculo, um acréscimo de 40% ao pago pelo mercado interno; de acordo com a percentagem média paga ao produtor na ocasião da condução deste experimento. A receita líquida foi determinada pela diferença entre o custo de produção e a receita bruta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de adubação em fundação com fosfato monoamônico (MAP) associada com as adubações de cobertura (interação de MAP x AC) promoveu efeito significativo ($p < 0,05$), pelo teste F, para a produção do mercado externo e para a produtividade do mercado externo (Tabela 2). Ainda, foi verificado efeito significativo (ao nível mínimo de 5% de probabilidade) da adubação de fundação para o número de frutos, produção e produtividade, tanto para o mercado interno, como para o externo, comercial e total; a adubação de cobertura promoveu efeito significativo ($p < 0,05$) para o número de fruto comercial.

A interação entre adubação de cobertura e de fundação promoveu efeito significativo ($p < 0,05$) para a percentagem de fruto para o mercado interno, comprimento longitudinal e a vitamina C; no tocante do peso médio de frutos (para o mercado interno, externo e comercial) e comprimento longitudinal não foi observado efeito significativo ($p > 0,05$) pelo teste F, para a adubação de fundação; entretanto, para as demais variáveis foi observado efeito significativo - ao nível, mínimo, de 5% de probabilidade (Tabela 3).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância do número de frutos, produção e produtividade em mamoeiro ‘Tainung-01’ sob adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP) e adubações em cobertura (AC). Baraúna - RN, 2012.

Variáveis	Quadrado médio					C.V. I	C.V. II
	MAP	Erro I	AC	MAP x AC	Erro II		
NFr ⁽¹⁾							
MI	919,1*	103,4	169,3 ^{ns}	77,2 ^{ns}	39,5	19,6	12,1
ME	18,0**	1,6	0,001 ^{ns}	4,3 ^{ns}	2,1	11,1	13,0
Com	770,9**	107,2	168,4*	77,9 ^{ns}	34,9	16,4	9,4
T	1341,0**	142,7	203,0 ^{ns}	36,7 ^{ns}	108,3	14,3	12,4
Prod							
MI	2867,1**	41,3	173,1 ^{ns}	206,7 ^{ns}	164,5	7,3	14,6
ME	52,4**	2,8	0,3 ^{ns}	14,4*	4,0	10,3	12,2
Com	2437,5**	6169,5	158,2 ^{ns}	259,8 ^{ns}	156,7	7,0	12,0
T	3003,8**	107,1	166,5 ^{ns}	193,9 ^{ns}	205,1	8,6	11,9
Pde							
MI	4479,8*	64,5	270,5 ^{ns}	322,9 ^{ns}	257,0	7,3	14,6
ME	81,8**	4,4	0,5 ^{ns}	22,6*	6,2	10,3	12,2
Com	3808,6**	82,3	247,2 ^{ns}	405,9 ^{ns}	244,9	7,0	12,0
T	4506,2**	9952,3	257,6 ^{ns}	321,6 ^{ns}	299,1	8,0	11,8
G. L.	3,0	9,0	1,0	3,0	12,0	-	-

⁽¹⁾ N Fr – número de frutos; Prod – produção; Pde – produtividade; MI – mercado interno; ME – mercado externo; Com – comercial; T - total; C.V. – coeficiente de variação; G.L. – graus de liberdade das fontes de variação (MAP, Erro I, AC, MAP x AC e Erro II).

** - efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; * - efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} - efeito não significativo pelo teste F.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância da percentagem, peso médio, diâmetro, comprimento e na qualidade de frutos em mamoeiro 'Tainung- sob adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP) e adubações em cobertura (AC). Baraúna - RN, 2012.

Variáveis	Quadrado médio					C.V. I	C.V. II
	MAP	Erro I	AC	MAP x AC	Erro II	----- (%) -----	
%Fr⁽¹⁾							
MI	114,3*	23,6	7,0 ^{ns}	50,4*	8,4	7,9	4,7
ME	100,2**	6,3	5,7 ^{ns}	12,5 ^{ns}	8,2	18,0	20,6
Com	71,2*	16,5	0,1 ^{ns}	42,6 ^{ns}	13,3	5,4	4,8
PM Fr							
MI	0,02 ^{ns}	0,06	0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,02	15,0	8,2
ME	0,02 ^{ns}	0,01	0,006 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,01	5,6	5,4
Com	0,02 ^{ns}	0,04	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01	12,8	7,1
Qualidade de frutos							
CL	1,4 ^{ns}	0,5	1,7 ^{ns}	5,2*	1,0	2,9	4,2
CT	35,6**	7,7	0,01 ^{ns}	0,7 ^{ns}	7,5	16,7	20,6
Vit. C	45,3*	274,2	199,2**	36,8*	6,8	3,5	3,3
Fir	48,4**	5,8	25,0 ^{ns}	29,8 ^{ns}	9,3	2,6	3,2
SS	0,6*	0,1	0,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,1	3,2	2,9
AT	0,002**	0,0002	0,0005 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0004	8,4	12,4
SS/AT	292,5*	50,2	98,9 ^{ns}	58,7 ^{ns}	88,5	10,6	14,0
G. L.	3,0	9,0	1,0	3,0	12,0	-	-

⁽¹⁾ % Fr – percentagem de fruto; PM Fr – peso médio de fruto; MI – mercado interno; ME – mercado externo; Com – comercial; T – total CL – comprimento longitudinal; CT – comprimento transversal; Vit. C – vitamina C; Fir – Firmeza; SS – sólidos solúveis; pH – potencial hidrogeniônico; AT – acidez titulável; C.V. – coeficiente de variação; G.L. – graus de liberdade das fontes de variação (MAP, Erro I, AC, MAP x AC e Erro II).

** - efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; * - efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} - efeito não significativo pelo teste F.

A utilização da adubação de cobertura com Cosmofert[®] associado com MAP promoveu um maior número de frutos para o mercado interno, ao comparar com a aplicação da cobertura exclusivamente com MAP, tendo como valores médios $54,2 \pm 5,9$ e $49,6 \pm 5,9$ frutos por planta, respectivamente; o que representa uma diferença de 8,2% (Tabela 4). Ainda é verificado que a utilização da cobertura de Cosmofert[®] associado com MAP promoveu um maior valor médio (não diferindo estatisticamente), da maioria das variáveis analisadas, exceto para a produção e produtividade para o mercado externo - o qual foram inferiores - e do número de frutos para o mercado externo que tiveram o mesmo valor médio - $11,3 \pm 1,1$ unidades por planta.

Tabela 4 - Médias observadas para o número de frutos, a produção e a produtividade em mamoeiro ‘Tainung-01’ sob adubações em cobertura (com “Cosmofert[®] +MAP” e com “MAP”). Baraúna - RN, 2012.

Variáveis	Cobertura		IC (\pm)
	Cosmofert [®] +MAP	MAP	
NFr ⁽¹⁾			
MI	54,2	49,6	5,5
ME	11,3	11,3	1,1
Com	65,5 A	60,1 B	5,9
T	86,2	81,2	7,0
Prod			
MI	90,4	85,8	10,2
ME	16,2	16,4	1,8
Com	106,6	102,2	11,0
T	122,4	117,9	11,7
Pde			
MI	113,0	107,2	12,8
ME	20,2	20,4	2,2
Com	133,2	127,7	13,8
T	149,1	143,4	14,4

⁽¹⁾ Médias com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey (5%); MAP – fosfato monoamônico; NFr – número de frutos (unidade planta⁻¹); Prod – produção (kg planta⁻¹); Pde – produtividade (ton ha⁻¹); MI – mercado interno; ME – mercado externo; Com – comercial; T – total; IC – intervalo de confiança (ao nível de 5% de probabilidade).

A utilização da adubação de cobertura ‘Cosmofert[®] associado com MAP’

promoveu os maiores valores médios para a percentagem de frutos para o mercado interno - $62,0 \pm 2,5$ % - e comerciável - $75,5 \pm 2,7$ % (Tabela 5). Enquanto para as demais variáveis a utilização de somente MAP em cobertura promoveu os maiores valores médios, exceto para o peso médio dos frutos para o mercado interno, o qual foi observado o mesmo valor médio de $1,7 \pm 0,1$ kg fruto⁻¹. Valor superior ao observado por Rocha et al. (2007), avaliando a qualidade de frutos oriundos do mesmo local deste ensaio, onde observou uma valor médio de $1,2$ kg fruto⁻¹.

Tabela 5 - Médias observadas para a percentagem e peso médio de frutos em mamoeiro ‘Tainung-01’ sob adubações em cobertura (com “Cosmofert® +MAP” e com “MAP”). Baraúna - RN, 2012.

Variáveis	Cobertura		IC (±)
	Cosmofert® +MAP	MAP	
	% Fr ⁽¹⁾		
MI	62,0	61,0	2,5
ME	13,5	14,3	1,5
Com	75,5	75,4	2,7
	PM Fr		
MI	1,7	1,7	0,1
ME	1,4	1,5	0,03
Com	1,6	1,7	0,1

⁽¹⁾ Médias com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey (5 %); %Fr – percentagem de fruto (%); PM Fr – peso médio de fruto (g); MI – mercado interno; ME – mercado externo; Com – comercial; IC – intervalo de confiança (ao nível de 5% de probabilidade).

Estes valores observados corroboram com Gomes Filho et. al. (2008), onde observou valores de $0,8$ a $2,0$ kg fruto⁻¹, na condições edafoclimáticas de Linhares (ES). Entretanto, são inferiores ao observado por Carvalho et al. (2004), Cruz das Almas (BA), tendo como valor médio de $2,3$ kg fruto⁻¹. Santos et al. (2008), em Limoeiro do Norte (CE), verificou um peso médio de $2,0$ kg fruto⁻¹, variando de $1,8$ a $2,4$ kg fruto⁻¹, esta superioridade pode ser devido ao fato de sua baixa quantidade frutos por planta, com proporcionou um maior acumulo de fotoassimilados por fruto.

A adubação de cobertura Cosmofert® associado com MAP promoveu o maior valor médio para a firmeza da polpa, tendo como valor médio de

95,4 ± 1,3 N (Tabela 6). Enquanto a adubação de cobertura somente com MAP promoveu o maior para o comprimento longitudinal, vitamina C, sólidos solúveis, a acidez titulável e a relação entre sólidos solúveis. No entanto somente para a vitamina C (81,8 ± 2,4 g 100 g⁻¹ de polpa), diferiu estatisticamente, pelo teste Tukey, da cobertura de Cosmofert[®] associado com MAP; este representou um valor inferior em 6,1%, desta variável.

Tabela 6 - Médias observadas para a percentagem, peso médio, diâmetro, comprimento e na qualidade de frutos em mamoeiro ‘Tainung-01’ sob adubações em cobertura (com “Cosmofert[®]+MAP” e com “MAP”). Baraúna - RN, 2012

Variáveis	Cobertura		IC (±)
	Cosmofert [®] +MAP	MAP	
CL ⁽¹⁾	24,4	24,9	0,4
CT	13,3	13,3	1,0
Vit. C	76,8 A	81,8 B	2,4
Fir	95,4	93,6	1,3
SS	11,2	11,3	0,2
AT	0,18	0,17	0,01
SS/AT	65,4	68,9	4,4

⁽¹⁾Médias com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey (5 %); CL – comprimento longitudinal do fruto (cm); CT – comprimento transversal do fruto (cm); Vit. C – vitamina C; Fir – Firmeza (N); SS – sólidos solúveis (° Brix); AT – acidez titulável (%); IC – intervalo de confiança (ao nível de 5% de probabilidade).

Estes valores, da vitamina C, foram superiores ao observado por Rocha et al. (2007), analisando a qualidade de frutos de mamoeiro Formosa coletados em Baraúna, sendo verificado um valor que representa 61,1% de quando utilizou a adubação de cobertura com o Cosmofert[®] associado com MAP e 57,4% quando utilizou somente o MAP. Entretanto, todos esses valores estão na faixa observada por Folegatti e Matsuura (2002), de 68 a 295 mg 100g⁻¹.

O número de frutos não foi influenciado pelas coberturas utilizadas, entretanto, os aumentos das dosagens de MAP em fundação promoveram

reduções no número de frutos para o mercado interno, comercial e total, ou seja, a ausência da adubação fosfatada promoveu o maior valor (Figura 2). O maior valor estimado do número de frutos para o mercado interno foi 64,9 frutos planta⁻¹, enquanto o comercial foi de 73,0 frutos planta⁻¹ e para o total foi de 99,3 frutos planta⁻¹; onde a utilização de 250 kg ha de MAP promoveram uma redução 16,6%, 21,1% e 22,4%, respectivamente.

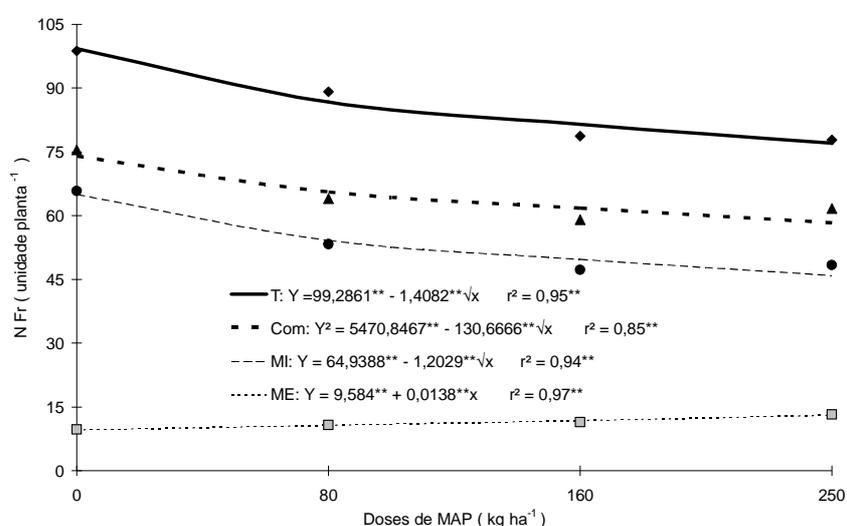


Figura 2 - Número de frutos (N Fr) para o mercado externo (ME), mercado interno (MI), comerciáveis (Com) e total (T) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP). Baraúna – RN, 2012.

O solo da área experimental, devido ao fato de ter como cultura antecessora o meloeiro, apresentava uma grande disponibilidade de fósforo (Tabela 1) e com aumento da adubação com fosfato monoamônico pode ter sido induzida uma deficiência do ferro (MARSCHNER, 1995; NOVAIS; SMYTH, 1999), possivelmente devido à precipitação do ferro em forma de fosfato de ferro (DECHEN; NACHTIGALL, 2006; MALAVOLTA, 2004); aliado a um possível aumento de substâncias tóxicas na planta (MALAVOLTA, 1979). Acarretando desta forma uma redução do número de frutos.

Também pode ter ocorrido uma deficiência de zinco (MARSCHNER, 1995; NOVAIS; SMYTH, 1999), devido a uma possível redução da absorção e translocação, precipitação do zinco com o fósforo no solo (ARAÚJO; MACHADO, 2006) e na planta, no xilema (MALAVOLTA, 2004). Promovendo assim, uma redução no número de flores e de raízes (VALIO, 1979), possivelmente pela redução das auxinas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

Os altos níveis da adubação fosfatada também podem ter induzido a uma deficiência de cálcio, pois, em altos teores de fósforo é precipitado a fosfato de cálcio (NOVAIS et al., 2007); prejudicando a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico (MALAVOLTA, 1980). Assim, em altas dosagens de MAP, associado com altos níveis presentes no solo, há um indicativo de menor crescimento vegetativo do mamoeiro, em função da limitação de ferro, zinco e cálcio; resultando em um menor número de frutos, em função de uma suposta redução do número de flores (SANTOS et al., 2001).

Enquanto para o número de frutos para o mercado externo teve um incremento, de comportamento linear crescente, com o aumento das dosagens de adubação de fundação; o maior valor estimado foi de 13,0 frutos planta⁻¹, com a aplicação de 250 kg ha⁻¹ de MAP, representando um incremento de 36,0%, se compararmos com a ausência desta em fundação (Figura 2). Este comportamento pode ser devido à melhor distribuição dos fotoassimilados, pois as quantidades de frutos totais diminuiram com o incremento de doses de MAP em adubação de fundação.

No município de Linhares (ES) verificou um total de 55,6 frutos planta⁻¹ com uma população de 1785,1 plantas ha⁻¹ (GOMES FILHO et al., 2008), o qual representa 75,8% dos frutos colhidos em Baraúna (RN). Nas condições de Limoeiro do Norte (CE) foi verificado um valor máximo de 14,6 frutos planta⁻¹, utilizando o espaçamento em fileira dupla (4,0 x 2,0 x 2,4 m) e com uma população de 1388,9 plantas ha⁻¹ (SANTOS et al., 2008), representando apenas 19,9% da quantidade observa nas condições de Baraúna.

Neste local do Ceará, também foi observado um valor de 17,4 frutos

planta⁻¹ (VIANA et al., 2008), representando apenas 23,7% do colhido em Baraúna; isto pode ser devido a disponibilidade de fósforo presente no solo, tendo uma quantidade, pela análise de solo em, 51,5% menor, enquanto os demais nutrientes estarem com níveis similares.

Quantidade de frutos também superior ao observado em trabalho realizado em Cruz das Almas – BA (SOUZA et al., 2007), o qual representa em apenas 18,0% do número de frutos planta⁻¹ observados no presente trabalho, utilizando uma população de 1730 plantas ha⁻¹. O solo, desta pesquisa, possuía a disponibilidade de somente 86,3 kg ha⁻¹ de P₂O₅, somando o aplicado com o disponível no solo, enquanto a disponibilidade média do solo trabalhado em Baraúna foi de 245,3 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sem aplicação de fósforo em fundação. Assim, em Cruz das Almas, não representou todo o potencial produtivo do híbrido utilizado ('Tainung-01').

Carvalho et al. (2004) observou um máximo de 12,9 frutos planta⁻¹ em trabalho realizado em Cruz das Almas (BA), o que representa 17,6% do observado no presente trabalho, com uma população de 1667 plantas ha⁻¹; a superioridade deste ensaio pode se devido aos maiores valores na disponibilidade de nutrientes para a absorção das plantas e as amplitudes térmicas dos locais de condução dos experimentos.

Foi observado um incremento da produção para o mercado externo com o aumento das doses de MAP em fundação, tendo respostas lineares crescentes para as coberturas utilizadas, onde a utilização de 250 kg ha⁻¹ de MAP em fundação associada à cobertura (20 kg ha⁻¹ de Cosmofert[®] + 45 kg ha⁻¹ de MAP) promoveu a maior produção (83,1 kg planta⁻¹), representando uma superioridade de 6,4% ao utilizar somente MAP em cobertura (90 kg ha⁻¹) e um incremento de 57,5% se comparado a testemunha (Figura 3). Onde para cada aumento unitário de adubação com MAP em fundação foi estimado um incremento de 0,03 kg na produtividade para o mercado externo.

A utilização de 250 kg ha⁻¹ de MAP em fundação associada à cobertura com 90 kg ha⁻¹, desde adubo, promoveu um incremento de 31,8% na produção para

o mercado externo, quando comparado a testemunha (Figura 3). O incremento unitário para o aumento da adubação de fundação (doses de MAP) foi de 0,02 kg nesta produção. Como o peso médio dos frutos não foi influenciado pelas adubações utilizadas neste ensaio, então, o aumento do número de frutos são os responsáveis ao incremento da produção para o mercado externo ao aumentar as doses de fundação com MAP.

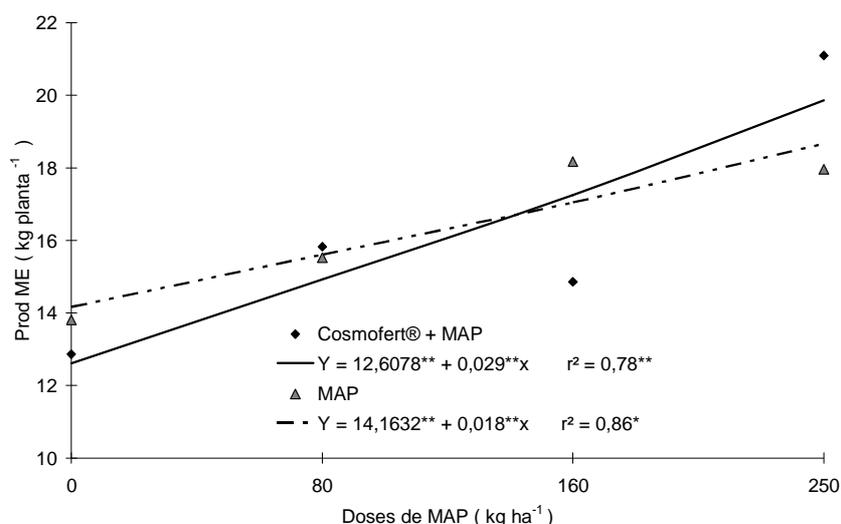


Figura 3 - Produção para o mercado externo (Prod ME) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP) e adubações em cobertura (“Cosmofert® +MAP” e “MAP”). Baraúna – RN, 2012.

Os aumentos das dosagens de MAP em fundação promoveram detrimientos para a produção do mercado interno, comercial e total; onde a ausência da adubação de fundação promoveu os melhores resultados de produção, independente da adubação de cobertura utilizada (Figura 4). Os maiores valores estimados para a produção do mercado interno foi de 109,8 kg planta⁻¹, para o comercial foi de 122,4 kg planta⁻¹ e para o total de 140,8 kg planta⁻¹; com a utilização de 80 kg ha⁻¹ de MAP em fundação ocorreu uma perda das produções de 15,5%, 19,9% e 20,1%, respectivamente. Como o peso médio dos frutos não foi afetado pelas adubações neste ensaio, então, os detrimientos destas produções são devidos as reduções do número de frutos.

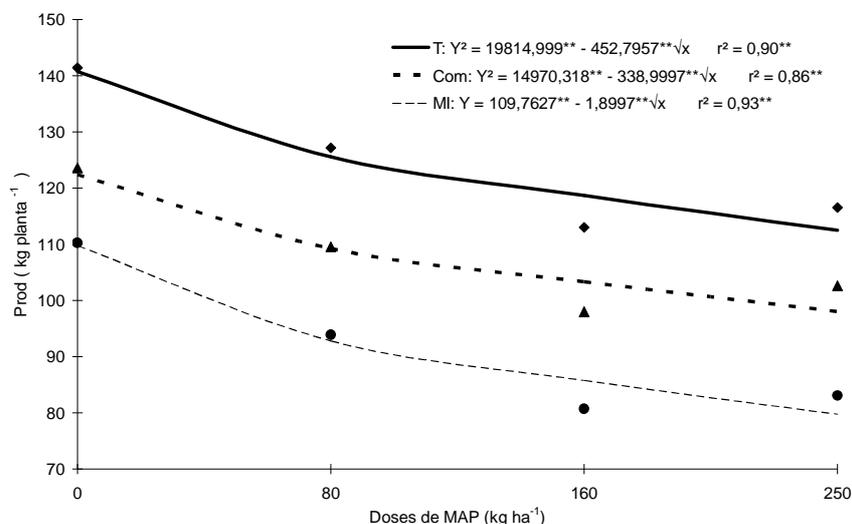


Figura 4 - Produção (Prod) para o mercado interno (MI), comercial (Com) e total (T) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubo fosfatado. Baraúna – RN, 2012.

Em ensaio conduzido em Linhares (ES), foi observada uma produção estimada menor ao presente trabalho em 19,6%, utilizando fileiras duplas (3,6 x 2,0 x 2,0 m), o que proporcionou uma maior população de plantas, de 1785 plantas ha⁻¹ (GOMES FILHO et al., 2008); mas não foram suficientes para o híbrido demonstrar todo o seu potencial produtivo. Entretanto, estas produções são muito superiores a maior produção observada em Cruz das Almas (SOUZA et al., 2007), o qual representou apenas 14,3% do observado em Baraúna. Esta diferença possivelmente é devido ao fósforo limitar o potencial do híbrido Tainung n°01, pois a quantidade disponível do solo era apenas 35,2% (em relação ao ensaio de Baraúna).

Também em Cruz das Almas, avaliando a produção do mamoeiro ‘Tainung-01’, sob diferentes frequências de aplicação de fósforo, via água de irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial, verificou uma produção de 39,5 kg planta⁻¹ (SOUZA et al., 2005b), o que representa 32,3% do observado em Baraúna no presente ensaio, com um população de 1905 plantas ha⁻¹.

Em ensaio realizado em Cruz das Almas (BA) verificou um produção máxima de 32,4 kg planta⁻¹ - utilizando uma população de 1667 plantas ha⁻¹.

(CARVALHO et al., 2004), representando apenas 26,4% do observado no presente trabalho. O qual foi observado uma menor disponibilidade de nutrientes à absorção das plantas, ao comparar as análises químicas do solo, nesta pode ser observado que a quantidade de fósforo total, especialmente, disponível representa apenas 4,5% em relação ao ensaio de Baraúna. A baixa produção pode ser atribuída a vários outros fatores, entre elas as condições edafoclimáticas de cada local. Em Limoeiro do Norte – CE – (SANTOS et al., 2008), verificou uma produção de 25,2% do observado neste ensaio, nas condições de Baraúna, utilizando em sistema de cultivo de fileira dupla.

A resposta da produtividade do mercado externo teve um comportamento linear crescente para todas as coberturas utilizadas, de acordo com a Figura 5, devido ao aumento do número de frutos destinados ao mercado externo (Figura 2). A utilização de 250 kg ha⁻¹ de MAP associada à cobertura “20 kg ha⁻¹ de Cosmofert® + 45 kg ha⁻¹ de MAP” promoveu o maior valor da produtividade do mercado externo (24,8 ton ha⁻¹), tendo um incremento de 57,4% em relação à ausência de MAP em fundação.

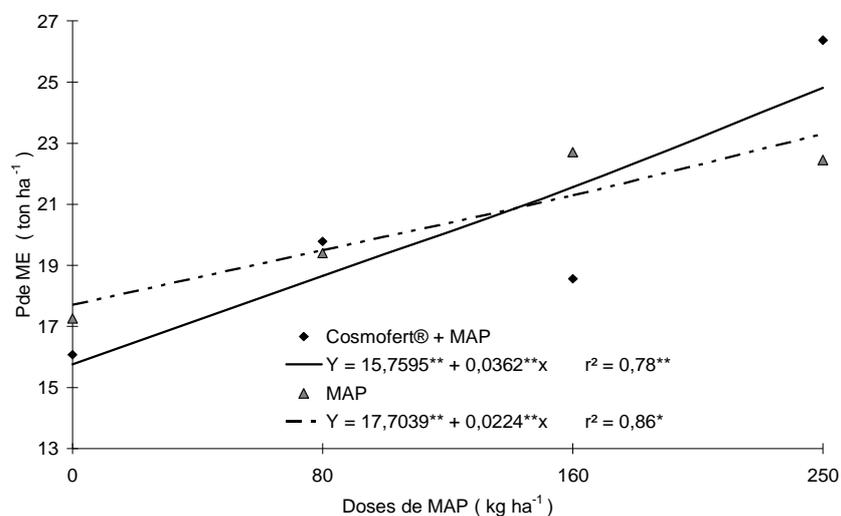


Figura 5 - Produtividade para o mercado externo (Pde ME) sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP) e adubações em cobertura (“Cosmofert® +MAP” e “MAP”). Baraúna – RN, 2012.

Enquanto, quando foi utilizada a cobertura “90 kg ha⁻¹ de MAP” associada à aplicação da dose máxima estudada de MAP em fundação promoveu um valor estimado de 23,3 ton ha⁻¹, representando um incremento de 31,6% em relação à ausência de MAP em fundação (Figura 5). Os incrementos podem ser atribuídos ao aumento do número de frutos destinados ao mercado interno e em consequência a reduções do número de frutos, nos quais os fotoassimilados foram carreados para menor quantidade de frutos. Assim, foi promovida uma melhoria na sua qualidade e em consequência uma maior produtividade.

Com o aumento das dosagens de MAP em fundação foi observado um redução na produtividade para o mercado interno, comercial e total, portanto houve uma resposta negativa ao aumento de doses de MAP em fundação (Figura 6). No tocante da adubação de cobertura não foi verificado nenhum efeito para estas variáveis de produtividade. A ausência de adubação de fundação promoveu uma produtividade estimada para o mercado interno de 137,2 ton ha⁻¹, para a comercial 152,9 ton ha⁻¹ e para a total de 171,4; sendo observada uma redução, quando aplicado 250 kg ha⁻¹ de MAP em adubação de fundação, de 27,4%, 19,9% e 20,0%, respectivamente.

Os detrimientos podem ser atribuídos a deficiência de ferro e zinco, induzida com o aumento das dosagens de fundação com MAP (NOVAIS; SMYTH, 1999); como também a uma deficiência induzida de cálcio, pela precipitação de fosfato de cálcio (NOVAIS et al., 2007). Ainda, as reduções de produtividade são relacionadas somente com o número de frutos, em virtude do peso médio de frutos não sofrerem influencia pelos tratamentos utilizados.

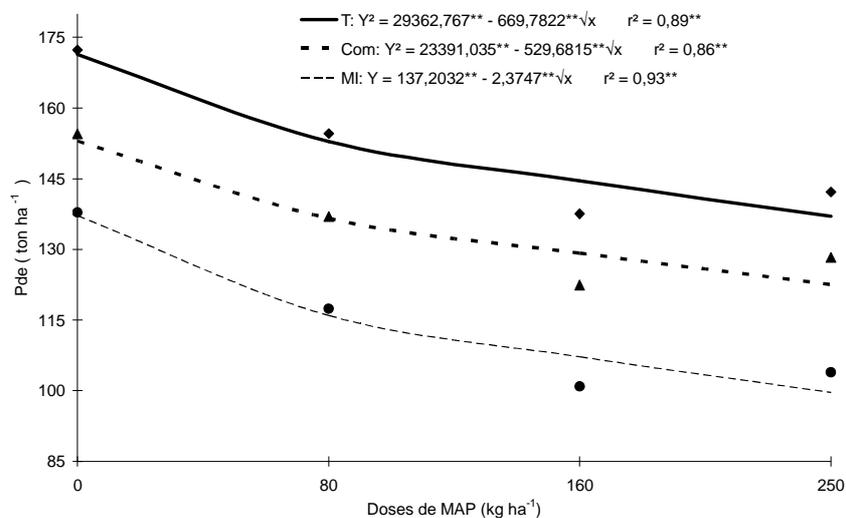


Figura 6 - Produtividade (Pde) para o mercado interno (MI), comercial (Com) e total (T) de mamoeiro 'Tainung-01' sob doses de adubo fosfatado. Baraúna – RN, 2012.

Produtividade superior foi observada nas condições de Linhares – ES (GOMES FILHO et al., 2008), possivelmente devido a utilização de uma maior população, onde ocorreu uma maior eficiência no aproveitamento da área e de insumos, com superioridade de 14,5%. Entretanto, produtividades inferiores foram observadas em Cruz das Almas (BA), com um valor de 30,33 ton ha⁻¹ (SOUZA et al.; 2007) e de 53,8 ton ha⁻¹ (CARVALHO et al., 2004); em Limoeiro do Norte (CE), com 42,7 ton ha⁻¹ (SANTOS et al. (2008); em Linhares (ES) com 75,2 ton ha⁻¹ (SOUZA et al., 2005b). Representando em 19,8%, 35,2%, 27,9% e 49,2%, respectivamente, quando comparado com Baraúna. Onde menor produtividade pode ser devida, entre outros fatores, a menor disponibilidade de fósforo para a absorção das plantas e, ou, as condições edafoclimáticas; onde as plantas não expressaram todo o seu potencial produtivo.

Ao utilizar somente MAP (90 kg ha⁻¹) em adubação de cobertura foi observada uma resposta crescente na percentagem de frutos destinados ao mercado interno, tendo um valor máximo estimado de 64,3% com a utilização de 250 kg ha⁻¹ de MAP em adubação de fundação, representando um incremento de 11,3% em relação à ausência de adubação de fundação (Figura 7). Esta resposta é devida a

redução do total de frutos, em torno de 5%, maior do que aos destinados ao mercado interno, promovendo assim um incremento percentual.

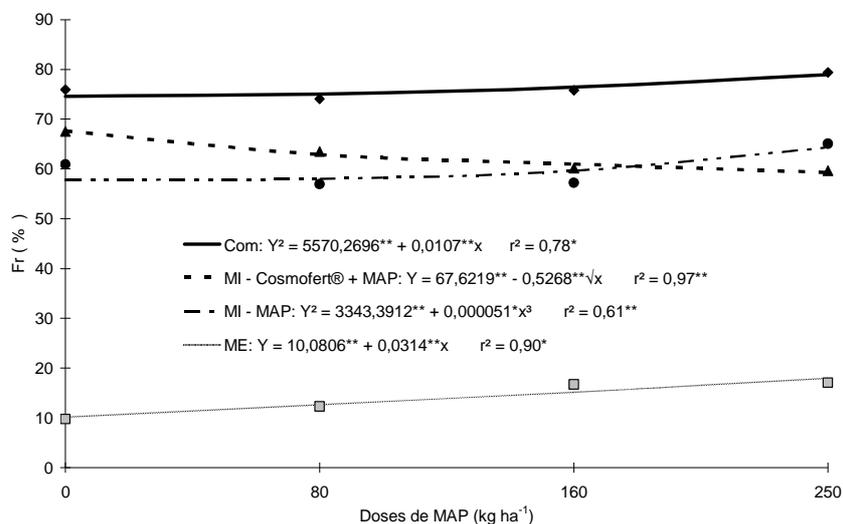


Figura 7 - Percentagem de frutos (Fr) para o mercado interno (MI), externo (ME) e comercial (Com) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP) e adubações em cobertura (“Cosmofert® +MAP” e “MAP”). Baraúna – RN, 2012.

Entretanto, quando foi utilizada a adubação em cobertura com “Cosmofert® + MAP” foi observado uma redução desta percentagem, onde a utilização de 0 kg ha⁻¹ de MAP em adubação de fundação promoveu o maior valor estimado, de 67,6% de frutos destinados ao mercado interno, entretanto quando foi utilizada a máxima dose estudada ocorreu uma redução de 11,7%; ou seja, de 67,6% para 59,3% (Figura 7). A redução na percentagem de frutos para o mercado interno é devido ao fato ao aumento na percentagem de frutos destinados a exportação, sendo inversamente proporcionais (Figura 2).

No tocante da percentagem de frutos do mercado externo e comercial, para o aumento das dosagens de adubação de fundação são observados incrementos, onde a utilização da maior dose estudada promoveu o maior valor estimado para estas variáveis. Para a percentagem de fruto destinada ao mercado externo foi estimado um valor de 17,9% - para o aumento de cada valor unitário de MAP, aplicado em fundação, é observado um incremento de 0,03% de frutos - e para o

comercial foi de 79,0% (Figura 7). Representando, quando comparado com a testemunha, um incremento de 77,9% e 5,8%, respectivamente. O aumento da porcentagem de frutos para o mercado externo é devido a redução do número total de frutos e o incremento no número de frutos destinados ao mercado externo. Aliado a este comportamento e a redução em maior escala do total de frutos quando comparado ao número de frutos comercial, fez com que houvesse um incremento na porcentagem de frutos comerciáveis.

Para o comprimento longitudinal de frutos de mamoeiro Tainung-01 a utilização da cobertura com “Cosmofert® + MAP” não foi verificado um efeito significativo ao aumento das dosagens da adubação em fundação com MAP, tendo como valor médio $24,4 \pm 0,4$ cm (Figura 8). Entretanto, quando foi utilizado somente o MAP em adubação de cobertura foi verificado incremento até a utilização da dose estimada $113,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de MAP, onde foi observado um valor de 25,9 cm, representando um incremento de 5,8% do seu valor; dosagens superiores a esta promoveram detrimento do seu comprimento, chegando a ter uma redução em 8,0% do seu valor com a utilização de 250 kg ha^{-1} de MAP em adubação de fundação.

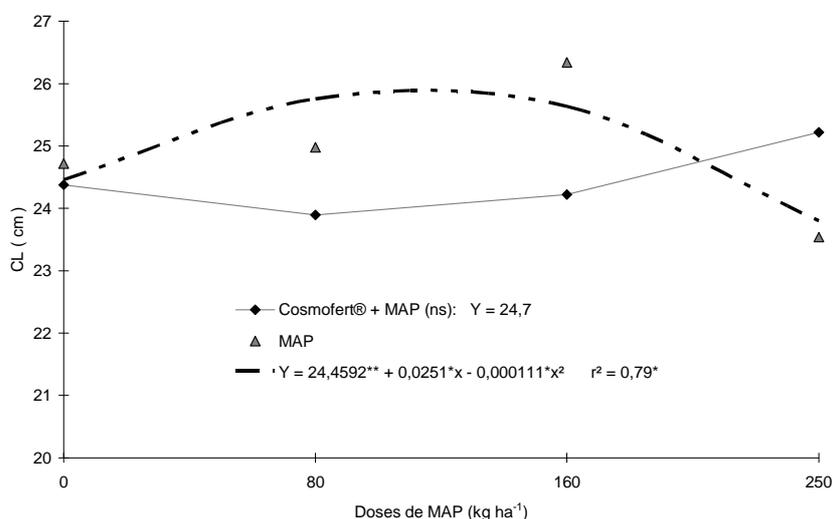


Figura 8 - Comprimento longitudinal (CL) de frutos de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP) e adubações em cobertura (“Cosmofert® +MAP” e “MAP”). Baraúna – RN, 2012.

Valor inferior, para o comprimento longitudinal, foram observados por Viana et al. (2008), de 29,1cm a 31,3cm, nas condições edafoclimáticas de Limoeiro do Norte (CE). Entretanto, foi superior ao encontrado por Berilli et al. (2007), de 23,0 cm, em Linhares (ES), ao acompanhando a taxa de crescimento dos frutos de mamão formosa em função do acúmulo de graus-dia, em três diferentes épocas do ano. Rocha et al. (2007), avaliando a qualidade de frutos oriundos de Baraúna, observaram um valor médio de 22,7 cm. Também foi superior ao relatado por Souza et al. (2009), de 19,4 a 21,0 cm, em Cruz das Almas (BA).

Para o comprimento transversal do fruto é verificado um incremento com o aumento da adubação, onde a utilização de 250 kg ha⁻¹ de MAP em fundação promoveu o seu maior valor (16,1 cm), representando um incremento de 39,5% em relação a ausência de adubação (Figura 9). O valor observado neste ensaio foi superior ao observado por Berilli et al. (2007), representando 80,7% do observado nas condições de Baraúna, em trabalho avaliando o crescimento de frutos em Linhares (ES).

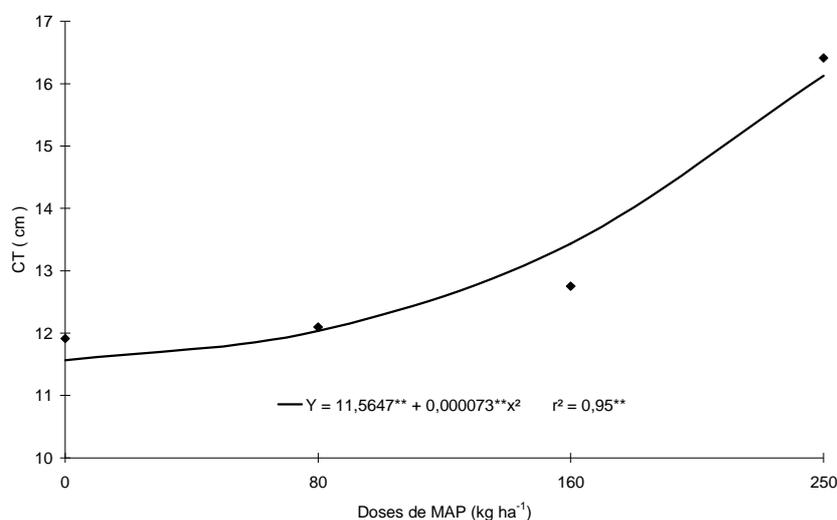


Figura 9 - Comprimento transversal (CT) de frutos de mamoeiro 'Tainung-01' sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP). Baraúna – RN, 2012.

Valor observado foi superior ao observado por Rocha et al. (2007), o qual representa de 84,8% a 61,1% do mensurado em Baraúna. Se assemelhando ao verificado por Souza et al. (2009), com valores médios variando de 10,0 a 10,7 cm, para frutos coletados em Cruz das Almas (BA). As diferenças encontradas podem ser atribuídas as amplitudes térmicas entre os locais de produção e da sua variação ao longo do ano, onde as temperaturas mais elevadas propiciam o desenvolvimento de frutos de mamão com maiores comprimentos e menores diâmetros (BERILLI et al., 2007).

Para a variável vitamina C, a utilização de Cosmofert® + MAP promoveu uma resposta linear decrescente ao aumento das dosagens, onde a ausência da adubação de fundação promoveu o maior valor (80,0 mg 100g⁻¹ de polpa) e a maior dose estudada o menor valor, o que representou uma redução em 8,2%, em relação a testemunha (Figura 10); para cada aumento unitário de adubação de fundação com MAP é observado uma redução de 0,03 mg 100g⁻¹ da vitamina C.

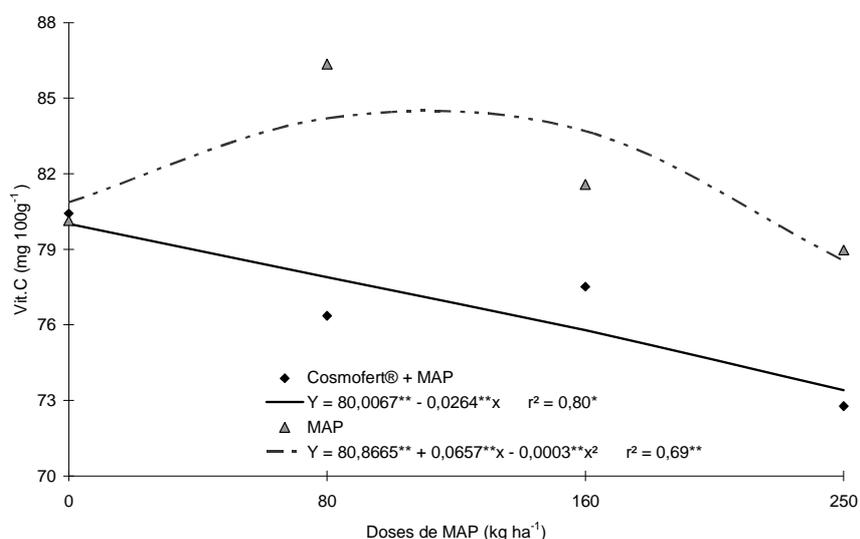


Figura 10 - Vitamina C (Vit. C) de frutos de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônio (MAP) e adubações em cobertura (“Cosmofert® + MAP” e “MAP”). Baraúna – RN, 2012.

Enquanto a utilização de cobertura exclusivamente com MAP promoveu um aumento da quantidade de Vitamina C ($84,5 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) na polpa até a dose estimada de $109,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de MAP, provendo um acréscimo de 4,3% em relação a testemunha, doses superiores promoveram uma redução desta variável, chegando a uma perda de 7,0% do seu valor com a dose máxima utilizada. O acúmulo de vitamina C é reduzido quando se forma sais de amônio (SOMERS; KELLY, 1951). Assim os detrimientos observados podem ser devidos ao nitrogênio amoniacal dos adubos utilizados. Sousa et al. (2005a), avaliando a qualidade de frutos oriundos de Barreiras (BA) verificou um valor próximo ao observado neste ensaio, tendo como valor médio de $76,7 \pm 1,2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ de polpa.

Enquanto ROCHA et al. (2007), avaliando a qualidade de frutos oriundos de Baraúna, verificou um valor muito inferior, o qual representa 58,6 % do máximo observado quando foi utilizado a cobertura de “Cosmofert[®] + MAP” sem a utilização de adubação fosfatada em fundação e 55,5 % do máximo observado quando foi utilizado somente a cobertura com MAP. A discrepância destes teores de vitamina C do fruto depende de muitos fatores incluindo variedade e estágio de maturação (ROCHA et al., 2007). De acordo com Roig et al., (1993) a duração e as condições de armazenamento pós-colheita podem influenciar o teor de ácido ascórbico mesmo antes do processamento.

No tocante da firmeza da polpa o aumento de dosagens de MAP em adubação de fundação promoveu um incremento até a utilização de $157,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de MAP, onde foi observado um valor estimado de 96,9 N, representado um incremento em 6,3% em relação a ausência da adubação; doses superiores a essa promoveram uma detrimento para a firmeza, tendo seu maior valor com a aplicação de 250 kg ha^{-1} de MAP, representando uma redução de 2,0% (Figura 11). Com o aumento da firmeza da polpa certamente o fruto terá maior resistência ao transporte e manipulação, ou seja, uma melhoria na qualidade pós-colheita.

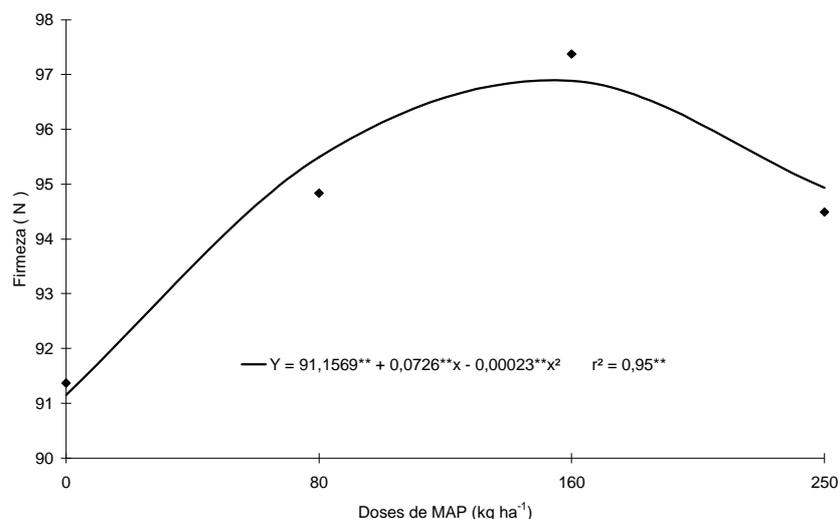


Figura 11 - Firmeza da polpa em frutos de mamoeiro 'Tainung-01' sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP). Baraúna – RN, 2012.

Para Kays (1991), o grau de firmeza da polpa também é de importância considerável, uma vez que está relacionado com as condições fisiológicas do fruto. Na pré-colheita fatores abióticos, tais como umidade do solo, temperatura, luz e disponibilidade de nutrientes no solo, influenciam diretamente a firmeza. Entre os nutrientes, o cálcio é o mais associado com a qualidade e, em particular, a textura (SAMS, 1999). Assim com o aumento das dosagens de MAP pode ter ocorrido uma indução de precipitação do cálcio (NOVAIS et al., 2007); diminuição do teor de cálcio pelo xilema, através da corrente transpiratória (MENGEL; KIRKBY, 1987).

Os valores observados foram superiores ao determinado por Souza et al. (2009), no qual a firmeza da polpa variou entre 36,0 e 63,5 N. Os altos valores de firmeza encontrados nos frutos analisados em Baraúna podem estar relacionados ao grau de maturação do fruto, tendo sido analisados logo após a colheita e no nível de maturação 1, com apenas uma estria.

Com a ausência de adubação em fundação com MAP foi observado o seu maior valor para os de sólidos solúveis, de 11,5 °Brix, independente da adubação de cobertura utilizada (Figura 12). O aumento das doses de MAP em fundação

promoveu uma redução dos sólidos solúveis para 11,0 °Brix com a dose calculada de 133,9 kg ha⁻¹ de MAP, o qual representa uma diminuição de 4,8%. Doses superiores a esta promoveram um incremento, sendo observado um incremento de até 3,8% com a utilização de 250,0 kg ha⁻¹ de MAP em fundação; mas, ao comparar com a ausência de adubação de fundação com MAP representou uma redução de 1,2% do °Brix.

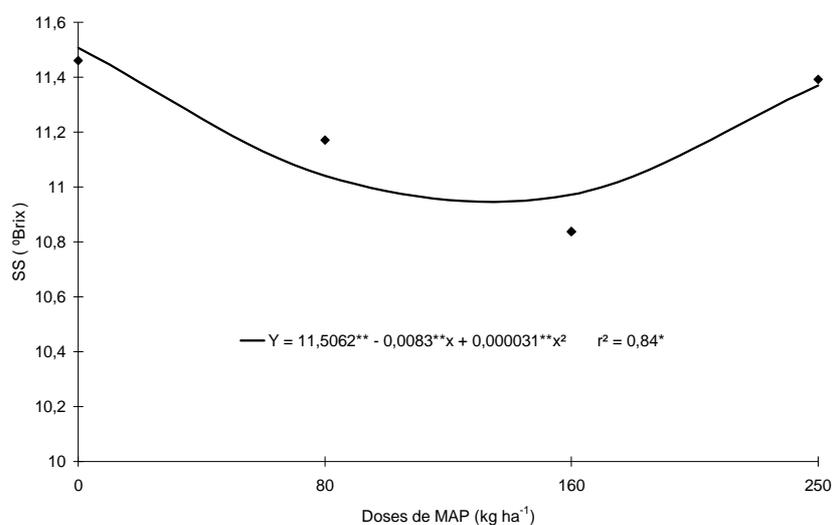


Figura 12 - Sólidos solúveis (SS) em frutos de mamoeiro 'Tainung-01' sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP). Baraúna – RN, 2012.

Rocha et al. (2007), Souza et al. (2005a) e Souza et al. (2009) observaram valores similares, de 11,5 °Brix, 11,7 ± 0,4 °Brix e 11,7 a 12,2 °Brix, respectivamente. Entretanto, Santos et al. (2008) nas condições de Baraúna - RN, Medina et al. (1980) em mamão do grupo solo e Mesquita et al.(2007) em mamão Havaí (Baixinho de Santa Amália) observaram valores superiores, sendo mensurado 12,7 °Brix, 13,8 °Brix e 12,5 a 13,0 °Brix, respectivamente.

O mamão não acumula amido durante a maturação, como a exemplo da banana, e deve ser mantido na planta para acumular açúcares; por este motivo, o teor de açúcares não sofre grandes variações na pós-colheita (JACOMINO et al., 2003). Entretanto, o local de coleta da amostra pode interferir, pois parte interna do

mesocarpo apresenta teor de sólidos solúveis mínimo de 11,5 °Brix.

O acúmulo de sólidos solúveis se dá apenas enquanto o fruto está ligado à planta, em razão do mamão apresentar baixo teor de amido para ser hidrolisado em açúcares solúveis durante o climatério (BALBINO, 1997). Assim os diferentes estágios de maturação podem influenciar nos valores dos sólidos solúveis. A determinação do teor de sólidos solúveis é um fator tradicionalmente utilizado para assegurar a qualidade do mamão produzido, por sua facilidade e rapidez de mensuração. Neste sentido os frutos produzidos em Baraúna estão no intervalo considerado para comercialização e consumo “in natura”.

É observado o efeito negativo ao aumento das doses de MAP em fundação para a acidez titulável de frutos de mamoeiro Tainung-01, cujo valor máximo estimado foi de 0,19% com 0,0 kg ha⁻¹ de MAP; para cada aumento unitário de adubação de fundação (doses de MAP) é estimado uma redução de 1,3 x 10⁻⁴ de sua acidez titulável (Figura 13). Assim, a maior dose estudada promoveu uma redução em 17,3% da acidez titulável (0,16% de ácido cítrico), independente da adubação de cobertura utilizada.

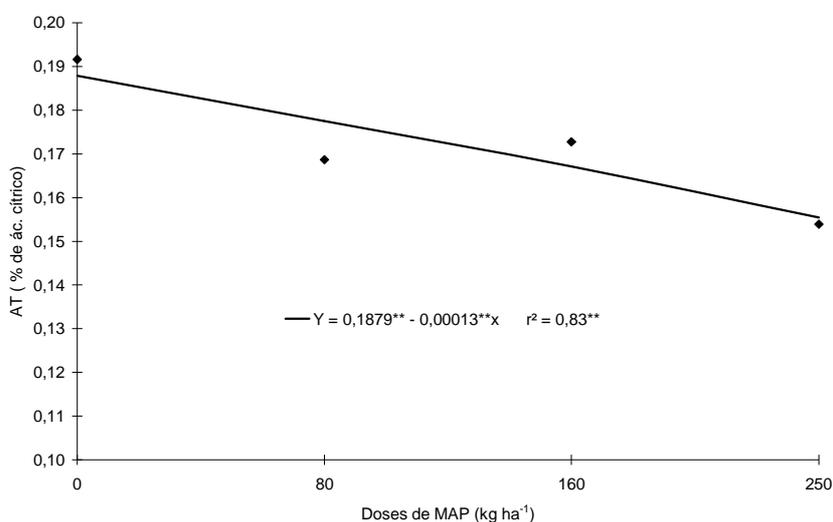


Figura 13 - Acidez titulável (AT) em frutos de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP). Baraúna – RN, 2012.

Embora tenha reduzido o valor da acidez, estes teores estão adequados para o comércio de frutas. Esta variável tem um papel importante nas características de sabor e do aroma dos frutos. Mas, os valores de acidez decresceram, do início do desenvolvimento (antese), até a maturidade fisiológica, ou seja, quando o fruto está no “estádio 1”, com 15% da casca amarela (SANCHES, 2012). Entretanto, os frutos colhidos a partir deste período mantêm uma estabilidade na acidez (SILVA, 1995; QUEIROZ, 2009). Esse decréscimo ocorre porque os ácidos orgânicos estão sendo largamente utilizados como substratos no processo respiratório ou na sua transformação em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Mas, os valores foram superiores observado por Souza et al. (2009), onde foi observado uma média de 0,05 a 0,06% de ácido cítrico, o qual representa 26,3% e 31,6%, respectivamente, quando não utilizada adubação de fundação com MAP. Mas, foram inferiores ao observado por Souza et al. (2005a), avaliando a qualidade da polpa dos frutos de mamoeiro formosa oriundos de Barreiras (BA). As diferenças observadas, entre os diversos autores, podem ser atribuídas a época em que os frutos foram produzidos; sendo importante ressaltar que a cultivar também influi na concentração de ácidos nos frutos (KAYS, 1991).

Avaliando a relação entre os sólidos solúveis e acidez titulável verifica-se que o incremento nas doses de MAP em adubação de fundação favoreceu um detrimento dos sólidos solúveis e um incremento da acidez titulável, tendo uma resposta de comportamento crescente, onde a maior dose utilizada de MAP promoveu uma maior relação (73,2), representando um incremento de 19,4% em relação a ausência da adubação em fundação; para cada incremento unitário da adubação de fundação com MAP ocorreu um incremento de 0,05 nesta relação (Figura 14). Corroborando com os relatos de Malavolta (2004), onde um dos efeitos para a utilização de fósforo, na qualidade de frutos de mamoeiro, é o aumento da relação entre sólidos solúveis e da acidez titulável.

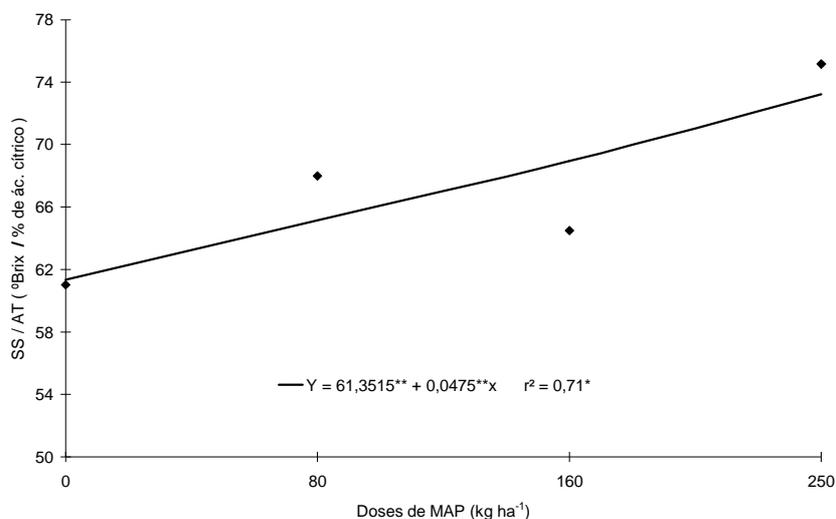


Figura 14 - Relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS / AT) em frutos de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP). Baraúna – RN, 2012.

Os altos valores desta relação são importantes para os frutos, pois, a contribuição dos ácidos orgânicos para a qualidade sensorial dos frutos deve-se, principalmente, ao balanço entre seus conteúdos e os de açúcares, relação SS/AT; assim esta relação alta contribui com um sabor doce na fruta (QUEIROZ, 2009). Para este autor, nos frutos colhidos no ‘estagio 2’ os sólidos solúveis tendem a aumentar até o amadurecimento do fruto a acidez tende a estabilizar; assim, os valores desta relação observados no presente ensaio deveriam ser maiores se os frutos fossem armazenados até o completo amadurecimento (avaliação do tempo de prateleira), promovendo frutos de qualidade superior as médias dos trabalhos observados.

Relação muito inferior ao encontrado por Souza et al. (2005), em frutos de mamoeiro formosa coletados em Barreiras (BA), sendo observado um valor que representa 262,6% quando não aplicado MAP em fundação e 274,8% quando aplicado a dose máxima estudada em fundação (250 kg ha⁻¹ de MAP), em Baraúna (RN). Isto é devido aos frutos coletados neste ensaio apresentarem um maior valor da acidez titulável e um valor semelhante dos sólidos solúveis, proporcionando

assim uma menor relação. O mesmo ocorreu nos resultados observados por Souza et al. (2009), onde observou valores médios para a relação entre 203,1 a 249,9.

Quando o produtor destinar a sua produção para o mercado misto, ou seja, destinado ao mercado interno e externo, a receita líquida decresceu com a utilização das dosagens de fósforo em fundação, independente da cobertura utilizada (Figura 15). Quando foi utilizada a cobertura com “Cosmofert[®] + MAP” houve uma redução, em relação a ausência da adubação fosfatada em fundação (R\$ 57.125,0), de 12,8%, 18,2% e 22,7%, com a utilização de 80, 160 e 250 kg ha⁻¹ de MAP em fundação, respectivamente. Enquanto que as reduções da receita líquida, em relação a testemunha (R\$ 58.700,1), foram de 14,7%, 20,8% e 25,9%, respectivamente para estas dosagens.

A utilização de adubação de cobertura exclusivamente com MAP promoveu um receita líquida superior em 2,7%, em relação a cobertura de Cosmofert[®] associado com MAP; mesmo comportamento também foi observado ao aplicar 80 kg ha⁻¹ de MAP em fundação. Enquanto, para as demais dosagens utilizadas a cobertura com “Cosmofert[®] + MAP” promoveu os maiores valores da receita líquida, sendo superior em 0,5% quando aplicou 160 kg ha⁻¹ e em 1,6% ao utilizar a dose máxima deste ensaio. É importante ressaltar: apenas 12% a 18% da produção, observado no presente ensaio, está apto a serem exportado (Figura 3).

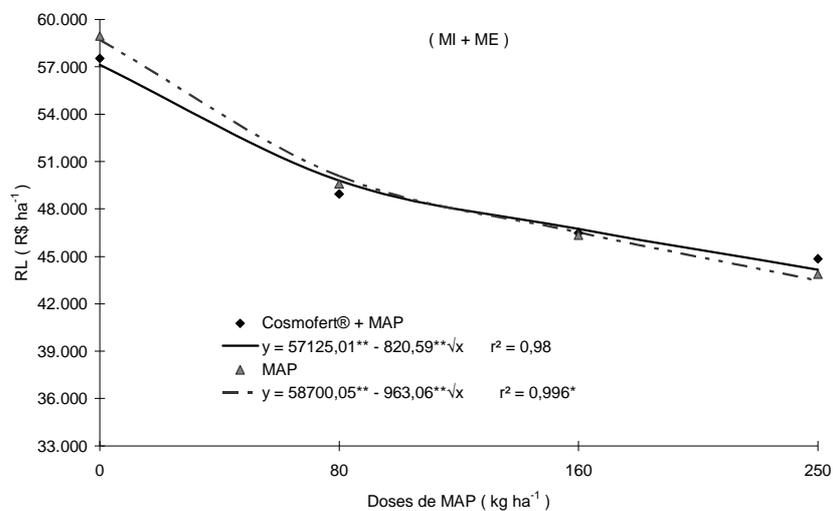


Figura 15 - Receita líquida (RL) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP) e adubações de cobertura (“Cosmofert® +MAP” e “MAP), quando a produção destinada para mercado interno (MI) e externo (ME). Baraúna – RN, 2012

A utilização das dosagens de adubação fosfatada em fundação, quando a produção é destinada exclusivamente para o mercado interno, promoveu uma resposta semelhante da receita líquida para as coberturas utilizadas (Figura 16). Onde o aumento da adubação fosfatada em fundação promoveram redução, em relação a testemunha, da receita líquida de 9,0%, 18,1% e 28,3%, quando foi utilizado 80, 160 e 250 kg ha⁻¹ de MAP, respectivamente; quando as coberturas utilizadas, a utilização da cobertura contendo somente MAP promoveu um incremento maior em 0,1%, para todas as doses utilizadas, sendo seu maior valor estimado de R\$ 52.960,4 a receita líquida. A cada aumento unitário da adubação de fundação com MAP, independentemente da adubação de cobertura utilizada, é observado um redução estimada de R\$ 59,9 na receita líquida.

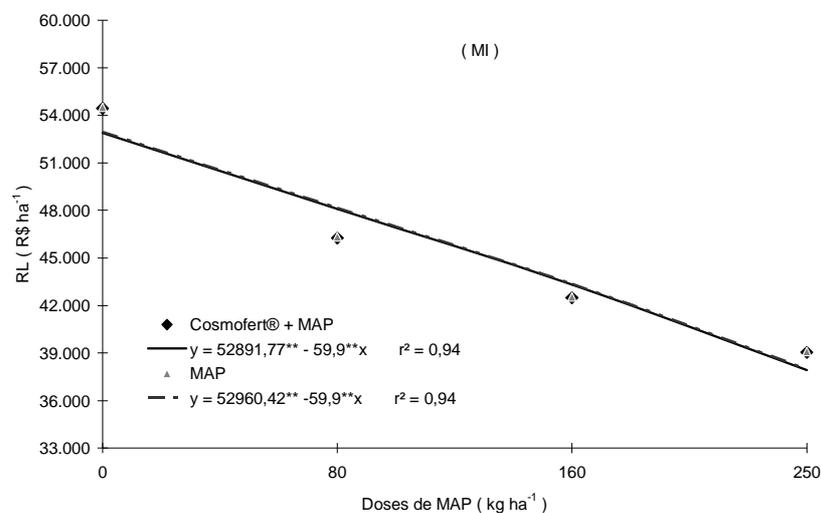


Figura 16 - Receita líquida (RL) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de adubação de fundação com fosfato monoamônico (MAP) e adubações de cobertura (“Cosmofert® + MAP” e “MAP”), quando a produção destinada exclusivamente para o mercado interno (MI). Baraúna – RN, 2012.

Valor da receita líquida muito superior ao observado por Barreto et al. (2010), analisando a rentabilidade do mamão formosa na cidade de Baraúna (RN), o qual representa apenas 26,4% da receita líquida, este valor discrepante é devido ao fato da produção deste ensaio ser superior em 254,8 % ao valor médio utilizado para a produtividade, ou seja, superior em 92,9 ton ha⁻¹. O mesmo ocorreu com a receita líquida de Silva et al. (2004), determinando os indicadores técnicos e econômicos para a cultura do mamoeiro no município de Santa Fé do Sul (SP); o qual considerou como produtividade de 60 ton ha⁻¹, assim representou uma receita que representa apenas 39,6% do estimado neste ensaio.

Os resultados aqui apresentados demonstram quando os teores de fósforo no solo são altos a utilização de adubação com fosfato monoamônico provocou a redução número de fruto, do mamoeiro ‘Tainung 01’, para o mercado interno, comercial e total; produção e produtividade para o mercado interno, comercial e total; o comprimento longitudinal do fruto; a firmeza; a vitamina C; os sólidos solúveis; a acidez titulável; e a receita líquida.

Entretanto, promoveu incrementos no número de frutos, na produção, na produtividade, na percentagem de frutos para o mercado externo; na percentagem de fruto comercial; no comprimento transversal e na relação entre sólidos solúveis e acidez titulável. No tocante, do comprimento longitudinal do fruto e da vitamina C, a utilização de MAP em fundação e cobertura promoveu um incremento com menores dosagens e depois um detrimento com as maiores dosagens de MAP; este comportamento (quadrático) também foi observado para a firmeza da polpa, mas independente da cobertura utilizada.

Além disso, com a possibilidade do produtor economizar nas adubações fosfatadas, quando os teores do solo são altos, muito contribui, de modo significativo, para a manutenção da viabilidade econômica de pomares de mamoeiro 'Tainung-01' irrigado nas condições do Semi-Árido Nordeste.

4 CONCLUSÕES

- A adubação de fundação com fosfato monoamônico respondeu negativamente na produção destinada exclusivamente ao mercado interno.
- Quando a produção é destinada ao mercado externo pode ser utilizada uma dosagem próxima a $74,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de fosfato monoamônico.
- A utilização de $126,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de fosfato monoamônico em fundação promoveu uma melhor qualidade média de frutos.
- A ausência de adubação de fundação com fosfato monoamônico promoveu a maior rentabilidade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. O. A. C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 15 ed. Arlington, 1992. 1115p.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, p. 253-280, 2006.

BALBINO, J. M. S. **Efeitos da hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.)**. 1997. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 104p, 1997.

BARRETO, H. B. F.; COSTA, E. M.; OLIVEIRA, D. M.; SILVA, K. B.; ARAUJO, J. A. M. Custos de produção e rentabilidade do cultivo do mamão Formosa (Tainung n°1) na cidade de Baraúna - RN. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 2, p.96-102, 2010.

BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, J. G.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B.; SOUSA, E. F.; VIANA, A. P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 011-014, 2007.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; AMORIM, A. P. **Dados meteorológicos de Mossoró** (janeiro de 1898 a dezembro de 1986). Mossoró: ESAM / Fundação Guimarães Duque, 1987. v.341. 325p. (Coleção Mossoroense, 341).

CARVALHO, J. E. B.; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. A.; SOUZA, L. S.; CALDAS, R. C.; DALTRO JUNIOR, C. A.; CARVALHO, L. L.; OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS, R. C. Leguminosas e seus efeitos sobre propriedades físicas do solo e produtividade do mamoeiro 'Tainung 1'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 335-338, 2004.

CEAGESP. **Mamão:** classificação. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtor/classific/>>. Acessado em: 12 jan. 2013.

CUNHA, R. J. P. **Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiências de macronutrientes e do boro em mamoeiro**. 1979. 131 f. Tese (Doutorado em Nutrição de Plantas). ESALQ, Piracicaba, 1979.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, p. 327-354, 2006.

EVANGELISTA, R. M.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Mudanças na ultra-estrutura da parede celular de mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com cloreto de cálcio na pré-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.254-257, 2002.

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

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, C. A. U. (Ed) **Mamão: pós-colheita**. Brasília – EMBRAPA: Informação tecnológica, 2002. p. 50-55.

GLENN, G. M.; POOVAIAH, B. W. Calcium mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in ‘Golden Delicious’ apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, p.962-968, 1990.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: USP, 2000. 477p.

GOMES FILHO, A.; OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Mancha fisiológica e produtividade do mamão Tainung 01: efeito da lâmina de irrigação e cobertura do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1161-1167, 2008.

JACOMINO, A. P.; BRON, L. U.; KLUGE, R. A. Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão. In: MARTINS, D. S. **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória-ES: INCAPER, p. 283-293, 2003.

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

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1998. 177 p

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI, 532p. 1991.

KIST, B. B.; VENCATO, A. Z.; SANTOS, C.; CARVALHO, C.; REETZ, E. R. POLL, H.; BELING, R. R. (Eds.). **Anuário brasileiro da fruticultura 2012**. Santa

Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2012. 128 p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral**. In: FERRI, M. G (Coord.). Fisiologia vegetal, v.1. São Paulo: EPU Ltda., 1979. p. 97-113.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2004. p.35-105.

MANICA, I. **Fruticultura tropical**: maracujá. São Paulo: Ceres. 1981. 160p.

MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C.; MARINS, S. L. D.; VIEIRA, A. Análise química do pecíolo e limbo foliar como indicadora do estado nutricional dos mamoeiros 'Solo' e 'Formosa'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.373-381, 2002.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 606p.

MEDINA, J. C.; SALOMÓN, E. A. G.; VIEIRA, L. F.; RENESTO, O. V.; FIGUEIREDO, N. M. S.; CANTO, W. L. **Mamão**: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: ITAL, 1980. 244p. (Série Frutas Tropicais, 7).

MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A.; GURGEL, R. L. S.; FERREIRA, E. A.; ORBES, M. Y.; TOSTA, M. S. Crescimento de mudas de mamoeiro "Formosa" em substratos com utilização de composto orgânico e superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 861-868, 2006.

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

MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, Í. H. L.; ARAÚJO, F. A. R.; CAVALCANTE, M. Z. B. Produtividade e qualidade de frutos do mamoeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 589-596, 2007.

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

NATALE, W.; PRADO, R. M.; MÔRO, F. V. Alterações anatômicas da parede celular de frutos de goiabeira induzidas pelo cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1239-1242, 2005.

NOVAIS, R. F.; BRAGA FILHO, L. J.; Aplicação de "tufito" e NPK na adubação do feijão, em um solo de Patos de Minas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.18, n.98, p.308-314, 1971.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: DPS. 1999. 399p.

NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 1017p. 2007.

OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C.. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 160-163, 2004.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. da S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. de J.; BERNARDI, A. C. de C. **Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado**. Cruz das Almas: Embrapa - Mandioca e Fruticultura, 2004. 10p. (Circular técnica, 69).

OLIVEIRA, J. R. P.; CARVALHO, J. E. B. Tratos culturais. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 35-36. (Frutas do Brasil, 3).

PRADO, R. de M.; VALE, D. W.; ROMUALDO, L. M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientifica Agronômica**, Maringá, v. 27, n. 3, p.493-498, 2005.

PRATELLA, G. C. Note di biopatologia e tecnica di conservazionetrasporto dei frutti: l'effetto del calcio in post-raccolta. **Rivista di Frutticoltura**, Bologna, v.6, p.70-71, 2003.

QUAGGIO, J. A. Conceitos modernos sobre calagem e adubação para citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.13, n.27, p.457-488, 1992.

QUEIROZ, R. F. **Desenvolvimento de mamão formosa 'Tainung 01' cultivado em Russas – Ceará**. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, 2009.

ROIG, M. G.; RIVEIRA, Z. S.; KENNEDY, J. F. L. Ascorbic: an overview. **International Journal of Food Science and Nutrition**, Berlin, v. 44, p. 59-72, 1993.

RUGGIERO, C. Situação da cultura do mamoeiro no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1, 1980. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/SBF, 1980. p.3-13.

SAMS, C. E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam v. 15, p. 249-254, 1999.

SANCHES, J. **Pós-colheita de mamão**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acessado em: 01 nov. 2012.

SANTOS, F. S. S.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; OLIVEIRA, C. W.; SOUSA, . A. E. C. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na cultura do mamão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p.673-680, 2008.

SANTOS, P. R. Z.; PEREIRA, A. S.; FREIRE, C. J. Cultivar e adubação NPK na produção de tomate salada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 35-38, 2001.

SCHMILDT, E. R.; TEIXEIRA, S. L.; SCHMILDT, O. Estabelecimento e multiplicação in vitro do mamoeiro ‘Sunrise Solo Line 72/12’ e ‘Tainung 01’. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: INCAPER, 2005. p.221-224.

SILVA, M. C. A.; TARSITANO, M. A. A.; CORRÊA, L. S. Análise do custo de produção e lucratividade do mamão Formosa, cultivado no município de Santa Fé do Sul (SP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 40-43, 2004.

SILVA, J. R. S. **Desenvolvimento do fruto do mamoeiro (*Carica papaya L.*) cv. Sunrise Solo**. 1995. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia - EAUFBA, Cruz das Almas, 1995.

SOMERS, G. F.; KELLY, W. C. Ascorbic acid and dry matter accumulation in turnip and broccoli leaf discs after infiltration with inorganic salts, organic acids and some enzyme inhibitors. **Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, p.90-107, 1951.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F.; DONADON, J. R.; TEIXEIRA, G. H. A.

Conservação de mamão 'formosa' minimamente processado armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 273-276, 2005a.

SOUZA, E. A.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; COELHO FILHO, M. A. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com fósforo por gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 495-499, 2005b.

SOUZA, T. V.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; LEDO, C. A. S. Avaliação física e química de frutos de mamoeiro 'Tainung n°1', fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.2, p.179-184, 2009.

SOUZA, T. V.; PAZ, V. P. S.; COELHO, E. F.; PEREIRA, F. A. C.; LEDO, C. A. S.. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 563-574, 2007.

SOUZA, L. F. S.; TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A. M. G. Calagem, exigências nutricionais e adubação. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2000. p.26-34. (Frutas do Brasil, 3).

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

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; NASCIMENTO, S. R. C.; NUNES, G. H. S. Qualidade do mamão 'Formosa' submetido a diferentes temperaturas de refrigeração. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p.75-80, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p.95-113.

VALIO, I. F. M. Auxinas. In: FERRI, M. G (Coord.). **Fisiologia vegetal**, 2. ed. v.2. São Paulo: EPU Ltda., 1979. p. 39-72.

VIANA, T. V. A.; SANTOS, F. S. S.; COSTA, S. C.; AZEVEDO, B. M.; SOUSA, A. E. Diferentes doses de potássio, na forma de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 34-38, 2008.

CAPÍTULO III - ADUBAÇÃO COM ENXOFRE EM MAMOEIRO FORMOSA 'TAINUNG-01'

RESUMO

A obtenção de alta produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro está diretamente associada a uma adubação balanceada, onde os adubos sulfatados têm um papel importante no sistema de produção agrícola. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de adubação com enxofre (elementar) na produção, qualidade de frutos e rentabilidade de mamoeiro Formosa 'Tainung - 01' nas condições edafoclimáticas de Baraúna – RN. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados completos, com quatro repetições e cinco doses (0, 250, 500, 1000 e 2000 kg ha⁻¹) de enxofre, em adubação de fundação. O mamoeiro Formosa 'Tainung-01' responde a adubação com enxofre. A aplicação, em média, de 426 kg ha⁻¹ de enxofre verificou-se os melhores resultados para a produção. Aplicando 313 kg ha⁻¹ de enxofre foi verificado frutos com melhor qualidade. A utilização de 307 kg ha⁻¹ de enxofre em adubação promoveu a maior rentabilidade.

Palavras-chaves: *Carica papaya* L. Fertilizante sulfatado. Produção. Qualidade, Rentabilidade.

CHAPTER III - SULFUR FERTILIZATION IN PAPAYA FORMOSA 'TAINUNG-01'

ABSTRACT

The obtaining of good productivity and quality of fruits is directly associated it a balanced fertilizer, where the sulfate fertilization have an important role in the system of agricultural production. In this context, the objective of this work was to evaluate the effects of sulfur (elementary) fertilization in production, fruit quality and profitability of papaya Formosa 'Tainung-01', in the climate conditions and soil of Barauna (Brazil – State of Rio Grande of Norte). The experimental design was complete randomized blocks, with four repetitions and five doses (0, 250, 500, 1000 and 2000 kg ha⁻¹) of sulfur, in foundation fertilization. The papaya Formosa 'Tainung-01' answers the sulfur fertilization. When applying, on average, 426 kg ha⁻¹ of sulfur the best results for the production. When applying, 313 kg ha⁻¹ of sulfur the best fruit quality was found. The use of 307 kg ha⁻¹ of sulfur fertilization promoted the largest profitability.

Key- words: *Carica papaya* L. Phosphorus. Sulfated fertilization. Production. Quality. Profitability.

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma espécie herbácea semi-perene, tendo centro de origem provável na Bacia Amazônica superior - vertente oriental dos Andes (MEDINA,1989); sendo cultivado em regiões tropicais e subtropicais. Por ser uma planta de crescimento rápido e contínuo, com floração e frutificação concomitantes e ininterruptas, necessitando assim de um suprimento de água constante e adubação equilibrada, durante todo o seu ciclo.

Quanto a exportação de macronutrientes pela colheita (48,8 ton ha⁻¹ de frutos) verificou-se a seguinte ordem decrescente: K > N > Ca > P = S > Mg, correspondendo, em kg ha⁻¹ ano⁻¹, a 103,4; 86,7; 17,1; 10,0; 10,0; 9,6 , respectivamente (CUNHA, 1979). Para Raij et al. (1997) a exportação dos nutrientes pelo mamoeiro, com produtividade de 30 a 40 ton ha⁻¹, de 1,8; 0,3; 1,6; 0,2 kg ton⁻¹, de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, respectivamente. O efeito de um nutriente não pode ser observado isoladamente, pois cada nutriente desempenha funções definidas e não pode ser completamente substituído por outro - Lei do Mínimo de Liebig (FAGERIA, 1984).

No solo, os compostos orgânicos de enxofre estão na forma de aminoácidos livres, sulfato orgânico, derivados de quinomas e aminoácidos (MALAVOLTA, 1980). O enxofre faz parte dos aminoácidos cisteína e metionina; esta é precursora do etileno, este participa da síntese de hormônios de crescimento vegetal (MORAL et al., 1999). Existem várias enzimas contendo enxofre no seu sítio ativo: a tiamina, a biotina e a coenzima A (EPSTEIN, 1975). O enxofre, assim como o nitrogênio, está presente em todas as funções e processos que fazem parte da vida da planta: da absorção iônica aos papéis do DNA e RNA (MALAVOLTA; MORAIS, 2007). Ambos são constituintes das proteínas e são associados com a formação da clorofila; sem esta a planta não irá utilizar a luz do sol como fonte de energia para suas funções essenciais da planta (LOPES, 1998).

A forma predominante de absorção do íon sulfato pelas raízes é por fluxo

de massa (BARBER, 1984). A corrente transpiratória carrega o enxofre para a parte aérea via xilema, devendo haver um suprimento constante a partir de uma fonte externa, pois é pouco acumulado no vacúolo (MALAVOLTA; MORAIS, 2007).

A utilização de adubação com enxofre, associada ou não com outros nutrientes, tem demonstrado significativas respostas para as diversas culturas de valor comercial (CUNHA et al.; 2001; MENDONÇA et al., 2009; MONTEIRO; 1986; OLIVEIRA; CALDAS 2004; WILKINSON; LANGDALE, 1974). Para o mamoeiro são observadas respostas quando as aplicações foram feitas associadas com adubação fosfatada (MARINHO et al., 2002; MENDONÇA et al., 2006) e nitrogenada (GOMES FILHO et al., 2008; SOUZA et al., 2007).

A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente ligada a uma fertilidade equilibrada, em consequência uma nutrição balanceada; como também apresentar-se com maior resistência às doenças (OLIVEIRA; CALDAS, 2004). O enxofre pode mostrar interação com outros elementos, apresenta sinergismo de compostos formados por nitrogênio, onde a falta do enxofre há menos aminoácidos sulfurados e proteínas, devido a diminuição do transporte de fotoassimilados da folha para os outros órgãos. Também pode apresentar antagonismo, o sulfato faz com que ocorra a inibição da redutase do nitrato, que é ativada pelo molibdênio, este compete com o sulfato pelo mesmo sítio de absorção.

O enxofre tem efeito antagonista com selênio e do cobre associado ao molibdênio; o selênio provoca a inibição da absorção de enxofre, onde o selênio formara aminoácidos em substituição do enxofre; quando em presença do sulfeto há formação do precipitado tiocobre de molibdato (MALAVOLTA; MORAIS, 2007).

As plantas possuem um o mecanismo auto-regulatório, tendo a capacidade de restringir a absorção de um íon que esteja em condição de suprimento suficiente ou excessiva e incrementar a absorção do íon do qual estejam deficientes. Este mecanismo de modulação é mais efetivo para o sulfato do que para o fosfato

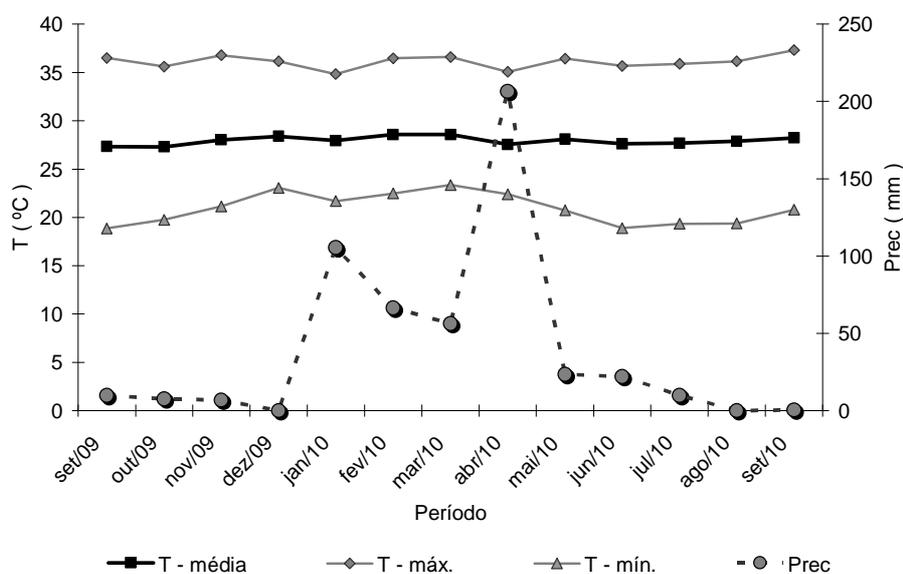
(SMITH; LONERAGAN, 1997). Entretanto, os relatos de excesso de sulfatos no solo são raros e os danos causados às plantas deve-se principalmente ao efeito salino (BERGMANN, 1992). Este dano às plantas é maior do que a salinidade do cloreto de sódio. A alta concentração de sulfato na solução poderá promover um maior acúmulo de sódio, potássio e menos de magnésio e cálcio nas folhas e raízes (DATTA et al., 1995).

As respostas das plantas ao estresse hídrico provocado pela salinidade incluem mudanças fisiológicas, como o fechamento dos estômatos, redução das taxas fotossintéticas (redução do CO₂), acúmulo de moléculas orgânicas e alterações nos níveis de hormônio (FLOWERS, 2004). Ainda há relatos do enxofre em excesso produz possivelmente o anion sulfeto, que é tóxico a planta (MALAVOLTA; MORAIS, 2007).

Diante do exposto, objetivou estudar o efeito de dosagens de enxofre elementar, em adubação de fundação, sobre os aspectos produtivos, qualidade de frutos e rentabilidade do mamoeiro Formosa ‘Tainung - 01’, nas condições edafoclimáticas de Baraúna – RN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado e conduzido em pomar comercial da empresa “WG Fruticultura”, tendo como cultivo antecessor a cultura do meloeiro, sendo localização no Agropólo Mossoró-Assu, município de Baraúna (RN), no período de setembro de 2009 a outubro de 2010. As coordenadas geográficas são: 5° 09' 20" de latitude sul e longitude de 37° 41' 00" a oeste de Greenwich, e à 112 m de altitude. Segundo classificação climática de Köppen, o clima na região é do tipo BSw^h, ou seja, quente e seco, com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono (CARMO FILHO et al., 1987). Foram coletados diariamente dados de volume de chuva, de temperatura média, máxima e mínima, para caracterizar as condições do clima no decorrer da condução do experimento (Figura 1).



Fonte: Estação climatológica da UFERSA (2010)

Figura 1 – Temperatura (T) média, máxima (máx.), mínima (mín.) e precipitação (Prec) em função do período de condução do experimento. Mossoró – RN, 2012.

O solo utilizado apresenta as seguintes características físicas, expressas em kg kg^{-1} : 0,37 de areia grossa, 0,18 de areia fina, 0,25 de silte e 0,21 de argila; sendo classificado como de textura Franco Argilo Arenosa (LEMOS; SANTOS, 1996). Além disso, o solo em questão apresenta-se totalmente sem restrições para o uso agrícola, não necessitando de práticas especiais de manejo para controle de erosão.

Foi realizada a gradagem em toda área de cultivo e subsolagem na linha de plantio; na linha de plantio foi levantamento camalhões (1,6 m de largura da base e com 30 cm de altura). Em seguida foi montado o sistema de irrigação, utilizando duas mangueiras gotejadoras (20 mm de diâmetro e com espaçamento de 0,3 m entre emissores) por linha de plantio, sendo uma em cada lado da planta.

Após uma semana da montagem do sistema de irrigação foi realizado transplântio das mudas do mamoeiro Formosa, híbrido “Tainung-01”, com mudas de 21 dias de emergência; sendo produzidas em bandejas de poliestireno estendido de 128 células, utilizando substrato comercial (Tropstrato[®]). Foi utilizado o transplântio em fileiras simples com 1250 covas ha^{-1} , com espaçamento de 4 m entre linhas e 2 m entre plantas; onde a cada 2 m foram transplantadas três mudas de mamoeiro, que no florescimento foi realizado o desbaste, deixando somente uma planta hermafroditas por cova (OLIVEIRA; CARVALHO, 2000). O replântio foi realizado aos 7º e 14º dias após o transplântio.

No dia e após dois dias do transplântio das mudas foi aplicado via solo, em volta do colo, 20 ml em cada muda da solução composta por: 60 ml de ‘Pole Humus[®]’ (solução húmica-fúlvica), para induzir o enraizamento e o maior pegamente de mudas, e de 40 ml de ‘Aliette Flash[®]’ (fungicida sistêmico do grupo fosfanato), como preventivo ao ataque de fungos de solo. As aplicações foram realizadas com bomba costal de 20 L, sem o bico de pulverização.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados completos, com quatro repetições e cinco doses em fundação de enxofre elementar (0, 250, 500, 1000 e 2000 kg ha^{-1} de S^0); sendo aplicado, a lança manualmente, somente na faixa de cultivo (1,6 m de largura). Cada unidade experimental foi composta por 30 m da linha de cultivo (48 m^2), onde foram conduzidas 15 plantas,

sendo considerada parcela útil as três centrais.

A adubação de fundação foi composta de 200 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico granulado (09-48-00), aplicado com o implemento que levantou o camalhão (simultaneamente). Em adubação de cobertura, aos 210 dias após o transplântio, foi aplicado 150 g planta⁻¹ de ‘Bio Turbo®’ (05-02-10) e 50 g planta⁻¹ de fosfato monoamônico, totalizando 187,5 kg ha⁻¹ e 62,5 kg ha⁻¹, respectivamente. No oitavo mês de montagem do experimento foram retiradas as amostras de solo na linha de plantio (camalhão) na profundidade de 0 - 20 cm (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo sob doses de enxofre no oitavo mês após o transplântio, Baraúna – RN, 2012

Química do solo ⁽¹⁾	S (Kg ha ⁻¹)				
	0	250	500	1000	2000
N (g kg ⁻¹)	1,8	2,0	2,1	1,2	1,6
Mat. Org. (g kg ⁻¹)	17,7	20,1	28,6	18,7	19,1
pH (água)	7,6	7,6	7,8	7,7	7,6
P (mg dm ⁻³)	32,3	9,5	15,9	6,5	13,6
K ⁺ (mg dm ⁻³)	402,8	288,8	226,9	334,2	365,1
Na ⁺ (mg dm ⁻³)	73,2	106,4	135,6	102,5	93,7
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	12,7	11,7	14,0	13,8	12,9
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,9	2,5	2,2	2,4	2,4
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	-	-	-	-	-
V (cmol _c dm ⁻³)	15,9	15,4	17,4	17,4	16,6
t (cmol _c dm ⁻³)	15,9	15,4	17,4	17,4	16,6
CTC (cmol _c dm ⁻³)	15,9	15,4	17,4	17,4	16,6

⁽¹⁾ O pH foi determinado na relação solo:água de 1:2,5; o P, Na⁺ e K⁺ foram extraídos por Mehlich-1 na relação solo:extrator de 1:10; o Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ na relação solo:extrator de 1:10; (H+Al) = acidez potencial extraída por acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ na relação solo:extrator de 1:15; t = CTC efetiva; CTC = CTC a pH 7,0; V = saturação por bases.

Análises realizadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA (Mossoró - RN).

A partir do início da frutificação foram realizados o desbaste de frutos (OLIVEIRA; CARVALHO, 2000). As colheitas foram realizadas semanalmente, com início aos 294 dias após o transplante – DAT (10º mês após o transplante), sendo coletados e classificados todos os frutos de três plantas por unidade experimental; realizadas pela manhã e colhidos no estágio de maturação ‘color break’ (estágio 2), com a casca verde claro e com duas estrias amareladas longitudinais (SANCHES, 2012). As avaliações foram realizadas até o final da colheita do ciclo, ou seja, aos 402 DAT (13º mês); ocasião em que as plantas estavam com altura superior a 4,5 m. Enquanto a qualidade dos frutos foi realizada no segundo mês do início da colheita.

Foram considerados como descarte (não comercial) os frutos que apresentaram peso menor que 0,9 kg; quando a aparência visual os com defeitos graves e leves (CEAGESP, 2013). Foram considerados como mercado externo os frutos com peso entre 0,9 kg a 1,3 kg; com formato característico do grupo Formosa comprido. Os frutos não classificados nestas descrições (mercado externo) foram classificados em mercado interno; sendo, considerado comercial a somatório entre o mercado interno e externo. Já o total foi resultado da somatória entre o comercial e o não comercial.

O número de frutos e a produção foram determinados pelo somatório acumulativo, durante toda a colheita, dos valores mensurados, sendo expressos em unidade planta⁻¹ e kg planta⁻¹, respectivamente. O peso médio de fruto foi calculado pela divisão dos valores da produção pelo número de frutos, com valores expressos em kg fruto⁻¹. Para determinação da produtividade foi multiplicado a produção pelo número de plantas em um hectare (1250), cujos valores são expressos em toneladas hectare⁻¹.

As mensurações da qualidade do fruto foram realizadas no laboratório de pós-colheita da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado no município de Mossoró, distante a 30 km da área de cultivo do mamoeiro. A firmeza da polpa foi determinada com a utilização de um penetrômetro analógico (Fruit Pressure Tester TR) com ponteira de 8 mm de diâmetro, sendo realizada

duas medidas por fruto, em lados opostos; retirando-se 1mm da casca antes da medida. Para medida do comprimento longitudinal e transversal do fruto, este foi cortado longitudinalmente e posteriormente realizado as mensurações com valores expressos em cm.

O conteúdo de sólidos solúveis foi determinado com o auxílio de um refratômetro digital (modelo 'PR-100 Pallette' da marca Atago); fez-se a determinação pingando três gotas da polpa retirada de uma centrífuga de extrator de suco (marca Fun Kitchen[®]), sendo a leitura obtida em °Brix. A acidez titulável foi determinada retirando uma alíquota de 10 ml da polpa e pipetado para completar 50 ml com água destilada em um erlenmeyer e colocada 5 gotas de indicador (fenolftaleína); a solução foi titulada com hidróxido de sódio a 0,1 N; os valores foram expressos em percentagem de ácido cítrico na polpa. O potencial hidrogeniônico foi aferido no suco extraído em potenciômetro digital com eletrodo de membrana de vidro (AOC, 1992).

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2011). Para as variáveis em que foi verificado uma significância ($p < 0,05$) pelo teste F, as médias, foram submetidas à análise de regressão, onde foi escolhido o modelo representativo da resposta biológica e tendo efeito significativo ($p < 0,05$), pelo teste t, para todos os parâmetros da equação (GOMES, 2000). A estimação das regressões foram realizadas no software Table Curve[®] (JANDEL SCIENTIFIC, 1991) e pelo SISVAR. A dose que proporcionou maior eficiência agrônômica (técnica), para cada variável analisada, foi calculada com base na derivada da equação de regressão estimada da própria Figura.

Para estimação dos custos de produção foi adaptado de acordo com os custos de produção do trabalho realizado por Barreto et al. (2010), cujos dados da pesquisa foram obtidos junto aos produtores que cultivam o mamão no município de Baraúna (RN), nas lojas que comercializam insumos agrícolas localizadas nas cidades de Baraúna e Mossoró - RN. Sendo cotado, durante a realização do ensaio, somente para enxofre elementar, tendo o valor médio de R\$ 3,2 kg⁻¹.

Para a determinação da receita bruta, adotou-se a multiplicação da produtividade média de cada tratamento utilizado pelo valor médio cotado do mamoeiro no CEASA-CE (R\$ 0,5), destinado ao mercado interno, no período de 2000 a 2011. O valor pago para o mamoeiro destinado ao mercado externo foi adotado, para cálculo, um acréscimo de 40% ao pago pelo mercado interno; de acordo com a percentagem média paga ao produtor na ocasião da condução deste experimento. A receita líquida foi determinada pela diferença entre o custo de produção e a receita bruta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação com enxofre elementar em fundação promoveu efeito significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade do erro ($p < 0,01$), para o número de frutos totais; produção - para o mercado interno, comercial e total; produtividade - para o mercado interno, comercial e total; a percentagem de frutos - para o mercado e comercial (Tabela 2). Enquanto, para o número de frutos - do mercado interno e do comercial; produção para o mercado externo e produtividade para o mercado externo foi verificado um efeito, pelo teste F, ao nível de 5%. Para as demais variáveis não foi observado efeito dos tratamentos utilizados. Tendo como valor médio para o número de frutos do mercado de $3,8 \pm 0,3$ unidades planta⁻¹; $6,0 \pm 0,3$ % para a percentagem de frutos do mercado externo, de $1,5 \pm 0,1$ kg o peso médio de frutos do mercado interno, de $1,3 \pm 0,1$ kg para os frutos do mercado externo, de $1,5 \pm 0,1$ kg para os frutos do comercial e de $1,3 \pm 0,04$ kg para o peso médio de fruto total.

A utilização de adubação com enxofre elementar promoveu efeito significativo, ao nível de 1% pelo teste F, para a firmeza, acidez titulável e relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável; enquanto para os sólidos solúveis foi verificado um efeito ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3). Para as demais variáveis analisadas não foi verificado efeito da utilização de dosagens de enxofre; sendo verificado um valor médio do comprimento do fruto de $22,6 \pm 0,3$ cm; para o diâmetro do fruto de $10,6 \pm 0,2$ cm e o potencial hidrogeniônico da polpa de $5,6 \pm 0,01$.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância do número de frutos, produção e produtividade em mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de enxofre (S). Baraúna (RN), 2012

Variáveis	Quadrado médio		CV (%)	Média	IC (±)
	S	Erro			
N° Fr ⁽¹⁾					
MI	54,2*	16,12	8,5	47,4	3,3
ME	0,4 ^{ns}	0,2	12,4	3,8	0,3
Com	62,4*	17,1	8,1	51,2	3,5
T	147,2**	15,5	6,2	63,2	4,6
Prod					
MI	194,8**	10,6	4,7	69,6	4,0
ME	0,8*	0,2	9,3	4,8	0,4
Com	220,3**	10,5	4,4	74,4	4,3
T	311,6**	12,9	4,3	84,2	5,2
Pde					
MI	304,4**	16,6	4,7	87,1	5,0
ME	1,3*	0,3	9,3	5,9	0,5
Com	344,2**	16,4	4,4	93,0	5,4
T	486,8**	20,2	4,3	105,2	6,5
% Fr ¹					
MI	43,0**	6,3	3,3	75,2	1,8
ME	0,07 ^{ns}	0,5	11,9	6,0	0,3
Com	44,0**	6,0	3,0	81,2	1,7
PM Fr					
MI	0,02 ^{ns}	0,01	8,1	1,5	0,1
ME	0,01 ^{ns}	0,02	10,8	1,3	0,1
Com	0,02 ^{ns}	0,01	7,5	1,5	0,1
T	0,01 ^{ns}	0,01	6,3	1,3	0,04
GL	4,0	12,0	-	-	-

⁽¹⁾ N° Fr – número de frutos (unidade planta⁻¹); Prod – produção (kg planta⁻¹); Pde – produtividade (ton ha⁻¹); MI – mercado interno; ME – mercado externo; Com – comercial; T – total; IC – intervalo de confiança (ao nível de 5% de probabilidade); # - média em percentagem. GL – graus de liberdade das fontes de variação (dose de S e Erro).

** - efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; * - efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} - efeito não significativo pelo teste F.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância da qualidade de frutos em mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de enxofre (S). Baraúna - RN, 2012.

Variáveis	Quadrado médio		CV (%)	Média	IC (±)
	S	Erro			
CF ⁽¹⁾	0,03 ^{ns}	0,2	2,1	22,6	0,3
DF	0,2 ^{ns}	0,1	2,4	10,6	0,2
Fir	72,6**	5,5	2,5	92,0	2,8
SS	0,4*	0,09	2,4	12,1	0,2
AT	0,002**	0,0002	9,4	0,13	0,01
pH	0,04 ^{ns}	0,02	2,7	5,6	0,1
SS/AT	642,6**	82,6	9,4	96,7	6,6
GL	4,0	12,0	-	-	

⁽¹⁾ CF – comprimento do fruto (cm); DF – diâmetro do fruto (cm); Fir – Firmeza (N); SS - sólidos solúveis (°Brix); pH – potencial hidrogeniônico da polpa; AT – acidez titulável (%); CV – coeficiente de variação (%); IC – intervalo de confiança (ao nível de 5% de probabilidade); GL – graus de liberdade das fontes de variação (dose de S e erro).

** - efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; * - efeito significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} - efeito não significativo.

Os aumentos das dosagens de enxofre em adubação de fundação promoveram um incremento no número de frutos total, comercial e para o mercado interno; onde foi observado um incremento até certa dosagem e posteriormente ocorreram reduções com o aumento de dosagens (Figura 2). Enquanto, para o número de frutos para o mercado externo não foi observada uma resposta ao aumento das dosagens de enxofre, tendo como valor médio de $3,8 \pm 0,3$ unidades planta⁻¹. O maior número de frutos para o mercado interno (51,0 frutos planta⁻¹) foi observado com a aplicação 409,6 kg ha⁻¹ de S-elementar; para o número de frutos comerciáveis (53,7 frutos planta⁻¹) utilizando 313,4 kg ha⁻¹ de S-elementar e para número de frutos totais (67,5 frutos planta⁻¹) com a utilização de 306,8 kg ha⁻¹ de S-elementar. Quando comparado com a testemunha (sem aplicação de enxofre), representaram incrementos de 10,3%, 6,1% e 8,4%, respectivamente.

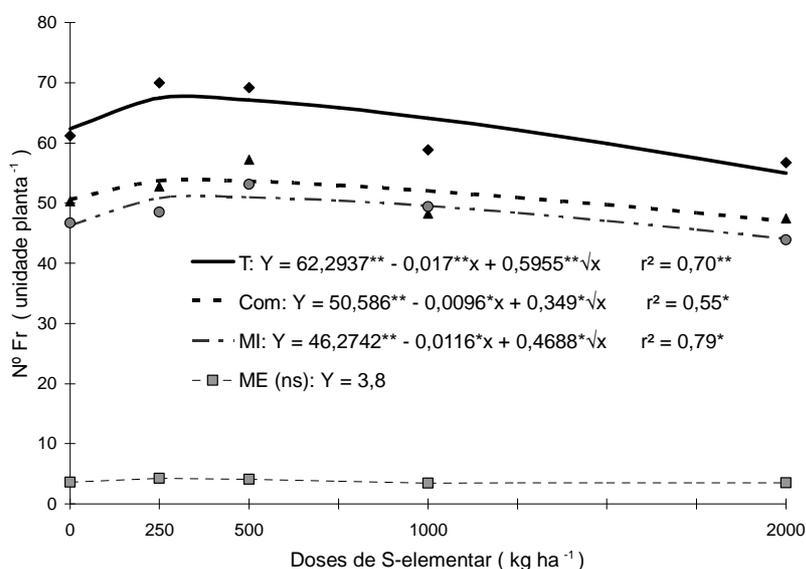


Figura 2 - Número de frutos (Nº Fr) total (T), comercial (Com) para o mercado interno (MI) e externo (ME) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de enxofre. Baraúna – RN, 2012.

Os incrementos para o número de frutos com o aumento de dosagens de enxofre são devidos ao maior aproveitamento do nitrogênio, assim a planta possivelmente teve um aumento na quantidade de clorofila e maior eficiência na formação de fotoassimilados (LOPES, 1998; MALAVOLTA; MORAIS, 2007). No tocante do detrimento no número de frutos após o incremento, em resposta ao aumento das dosagens de enxofre elementar, pode ser devido ao efeito salino provocado pelo sulfato (BERGMANN, 1992; DATTA et al., 1995) - provocando mudanças fisiológicas (FLOWERS, 2004), assim como antagonismos com o nitrogênio e produção de sulfeto aniônico (MALAVOLTA; MORAIS, 2007).

A utilização de adubação com enxofre promoveu variações na disponibilidade de potássio e da matéria orgânica presente no solo (Tabela 1). Para o número de frutos – comercial, mercado interno e externo- são observadas reduções com o aumento dos teores de potássio presente no solo (Tabela 1), no qual o número de frutos foi inversamente proporcional aos teores de potássio observados nas condições do presente ensaio. Esta redução pode ser devido ao

efeito salino promovido pelo potássio nas plantas de mamoeiro (PRADO et al., 2004). Onde em altas concentrações de potássio no solo pode intensificar o efeito competitivo sobre a absorção do cálcio e do magnésio, pois, durante o processo de absorção radicular, estes nutrientes utilizaram os mesmos sítios carregadores.

O aumento dos níveis e reduções da matéria orgânica (Tabela 1) promoveram incrementos e detrimentos, respectivamente, dos frutos para o mercado interno e o comercial. Isto se deve a propriedade da matéria orgânica proporcionar um maior aproveitamento da água (FILGUEIRA, 2000). Além de contribuir para a melhoria da fertilidade do solo e das características físicas do ambiente de cultivo (OLIVEIRA et al., 2009).

Assim devem ser utilizadas tecnologias, na qual a adubação com enxofre esta entre elas, para manutenção da matéria orgânica de forma equilibrada, importantes tanto na ciclagem de nutrientes como na dinâmica de microorganismos benéficos. Sendo de fundamental importância para o pleno desenvolvimento das plantas, pois a matéria orgânica também tem efeitos positivos sobre a absorção de frações orgânicas de baixo peso molecular, que agem como reguladores do crescimento e no aumento da permeabilidade da membrana celular, favorecendo a absorção (MENDONÇA; LOURES, 1995).

Gomes Filho (2008), em Linhares (ES), verificou valores similares para o número de frutos comerciáveis. Entretanto, é superior ao observado por Carvalho et al. (2004) em 296,9 %, em Cruz das Almas (BA). Assim como ao observado por Viana et al. (2008), representando uma superioridade de 309,2%, ao avaliar a produção do mamoeiro em Limoeiro do Norte (CE), embora, utilizou uma população superior em 25%; a superioridade no número de frutos, nas condições de Baraúna, pode ser atribuído ao aumento da matéria orgânica presente no solo, além das maiores relações entre cálcio/magnésio, cálcio/potássio e magnésio/potássio.

A utilização de 483,3 kg ha⁻¹ de S-elementar promoveu o maior valor estimado da produção para o mercado interno (75 kg planta⁻¹); com a aplicação de 380,9 kg ha⁻¹ de S-elementar foi observado a maior produção para o mercado externo (5,1 kg planta⁻¹); a maior produção comercial (80,1 kg planta⁻¹) foi

observado com a utilização 477,8 kg ha⁻¹ de S-elementar; com a utilização de 448 kg ha⁻¹ de S-elementar promoveu a maior produção total (91,1 kg planta⁻¹), conforme (Figura 3). Representando um incremento, quando comparado com a testemunha, na produção de 17,9%, 12%, 17,5% e 17,6%, respectivamente. Ainda é verificado que doses superiores ao maior valor de produção promoveram detrimientos. Como a peso médio de frutos foi similar para as dosagens os incrementos e detrimientos são atribuídos as variações do número de frutos.

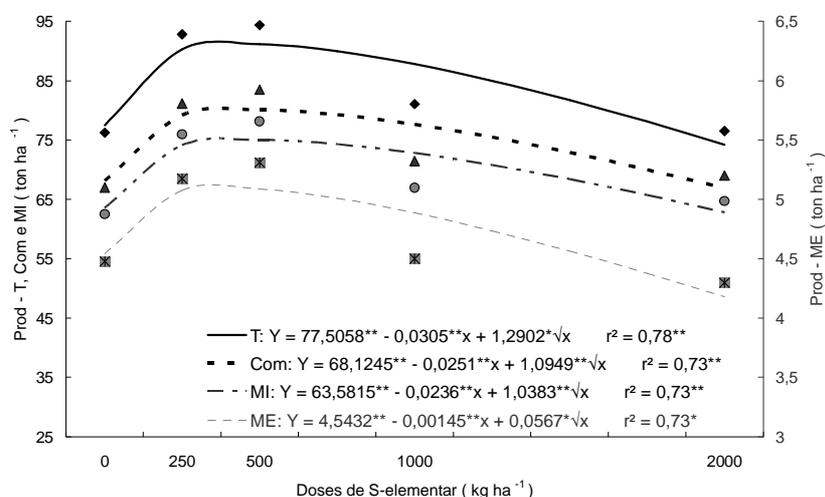


Figura 3 - Produção (Prod) total (T), comercial (Com), para o mercado interno (MI) e externo (ME) de mamoeiro 'Tainung-01' sob doses de enxofre. Baraúna – RN, 2012.

Gomes Filho et al. (2008), observou uma produção superior em 22,9%, devido a utilização de uma espaçamento reduzido e em fileiras duplas, o que proporcionou uma maior população, conseqüentemente uma maior produção devido a melhor utilização, principalmente, da incidência solar. Esta superioridade também pode ser atribuída a maior disponibilidade da matéria orgânica e de fósforo, sendo observado 25,9% e 45,3%, respectivamente; enquanto a maioria dos demais nutrientes nas condições de Baraúna foram superiores, exceto para o magnésio, o qual são similares. Sendo importante ressaltar o aumento da mineralização matéria orgânica do solo com o aumento das dosagens de enxofre.

Enquanto, Santos et al. (2008), em Limoeiro do Norte (CE), observou uma produção inferior ao presente ensaio representando apenas 38,4% do observado em Baraúna, embora o frutos tenham um maior peso médio, representando um superioridade de 35,8%; mas, observou um menor quantidade de frutos por planta (28,5% em relação a este ensaio), proporcionando assim uma menor produção. Como também é superior em 147,2% do observado por Carvalho et al. (2004) no solo de tabuleiro costeiro em Cruz das Almas (BA); este pode ser atribuída a menor disponibilidade de nutrientes a serem absorvidos pelas plantas, verificado ao compararmos a análise química do solo, para a matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, capacidade de troca catiônica e saturação por bases, representando um valor percentual de 381%, 379%, 580%, 1000%, 275%, 328% e 181%, respectivamente.

Sendo superior ao observada por Souza et al. (2007), sendo observada uma produção de 21,8% da observada neste ensaio, em Cruz das Almas (BA); onde a menor quantidade de enxofre aplicada, 91,9 kg ha⁻¹ de enxofre promoveu a maior produção; também foi utilizada a adubação com 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio e 86,3 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅, representando 900,1% e 25,3% do aplicada em Baraúna, respectivamente. Neste contexto, a menor produção pode ser atribuída a pouca disponibilidade de fósforo às plantas.

Assim como observado por Marinho et al. (2002), avaliando o estado nutricional de mamoeiros, dos grupos 'Solo' e 'Formosa', em Macaé (RJ), observou uma produção 34,2 kg planta⁻¹ (43,0% da observada neste ensaio) para o mamoeiro 'Tainung 01/781'; esta baixa produção pode ser devida a utilização de uma população maior em, 53,8% da utilizada em Baraúna. Embora tenha aplicado 16,2% a mais de enxofre, indiretamente, em adubações nitrogenadas e fosfatadas, o qual se equipararmos adubação com enxofre pouco influencia na produção; neste caso a baixa produção pode ser devida a outros fatores edafoclimáticos, e, ou químico e físico do solo.

Em Cruz das Almas (BA), Souza et al. (2005), observou uma produção de 49,3% em relação ao observado neste (Baraúna - RN), embora tenha utilizado um período de colheita superior em quase quatro meses. Oliveira e Caldas (2004), em mamoeiro do grupo Solo, nas condições edafoclimáticas de Cruz das Almas (Recôncavo Baiano), verificou a maior produção ao aplicar de 186,7 kg ha⁻¹ de enxofre, indiretamente na adubação fosfatada com superfosfato simples; onde esta dose represente uma grande diferença da dose de maior eficiência física (representando apenas 39,1% da dose), nas condições de Baraúna, igualando as doses é verificado um produção de 78,4 kg planta⁻¹, isto equivale a uma redução de apenas 2,1%. Neste sentido, temos um aumento de produtividade pequeno a grandes variações da dose aplicada; estando próximas a zona de nível crítico inferior e a zona de nível crítico superior, a partir desde a adubação começa a ser tóxica com redução da produção (MALAVOLTA, 2004).

A utilização de dosagens de enxofre, em adubação de fundação, não promoveu resposta na produção comercial, em valores percentuais, ao longo dos meses de colheita, sendo iniciado no décimo mês após o transplante; entretanto, os meses de colheita diferiram entre si, no décimo foi estimada a colheita de 30% dos frutos, nos meses seguintes foi colhido, em consecutivo, 18%, 18% e 34% (Figura 4). Neste sentido, o enxofre aplicada em adubação de fundação não interferiu na distribuição percentual da produção durante os períodos de colheita dos frutos.

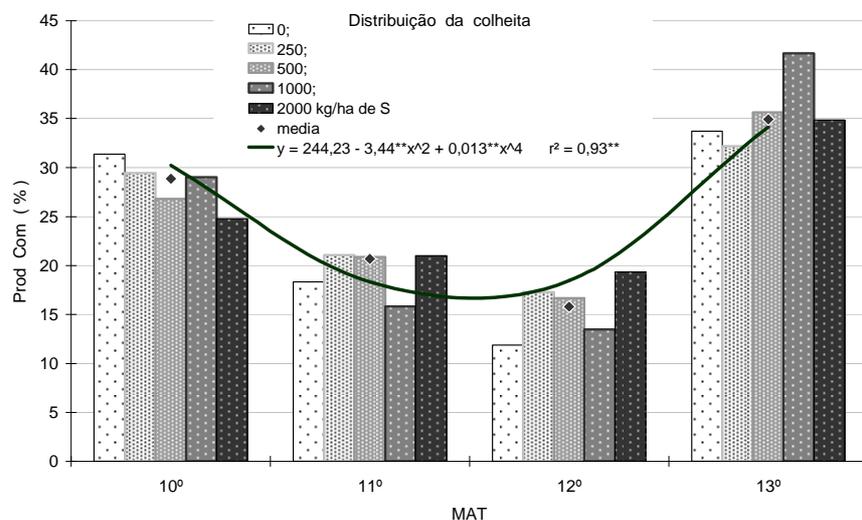


Figura 4 - Percentagem da produção comercial (Prod Com) e distribuição da colheita de frutos de mamoeiro 'Tainung-01', ao longo dos meses após transplante (MAT), iniciadas no 8º e estendendo até o 11º, nos cinco tratamentos utilizados (0; 250; 500; 1000 e 2000 kg ha⁻¹ de S-elementar). Baraúna – RN, 2012.

Com o aumento das dosagens de enxofre em fundação foi observado um incremento nas produtividades (mercado interno e externo; comercial e total), onde para cada dose tem um incremento até uma dose ótima (maior resposta agrônômica) e com o aumento das dosagens ocorreu um detrimento dos valores (Figura 5). O maior valor para o mercado interno (93,7 ton ha⁻¹) foi estimado com a aplicação de 483,3 kg ha⁻¹ de S-elementar; para o mercado externo foi observado um valor de 6,4 ton ha⁻¹ com a aplicação de 381 kg ha⁻¹ de S-elementar; com a aplicação de 477,1 kg ha⁻¹ de S-elementar foi observado o maior valor para a produtividade comercial (100,1 ton ha⁻¹); no tocante na produtividade total o seu maior valor estimado (113,9 ton ha⁻¹) foi observado com a aplicação de 447 kg ha⁻¹ de S-elementar. Os incrementos observados, quando comparados com a testemunha, são de 17,9%, 12,2%, 17,5% e 17,6%, respectivamente. Assim como na produção, os efeitos observados são devidos ao número de frutos, pois, não houve diferença para o peso médio de frutos com os incrementos de doses de enxofre elementar em adubação de fundação.

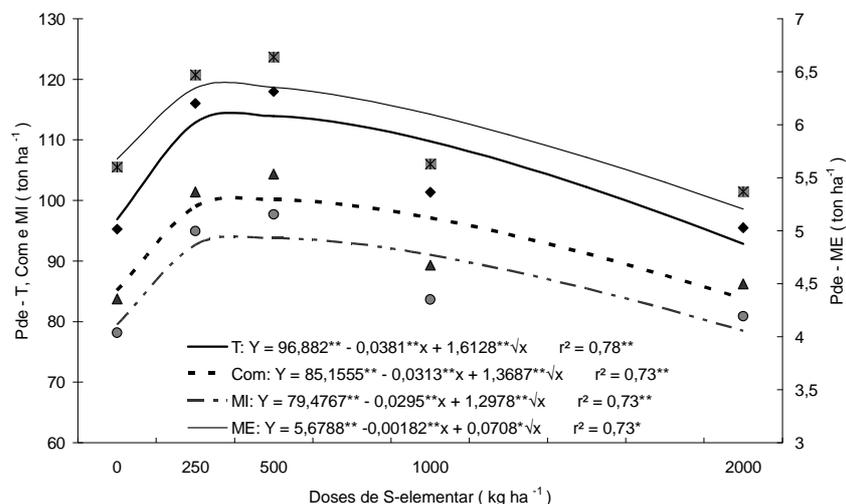


Figura 5 - Produtividade (Pde) total (T), comercial (Com), para o mercado interno (MI) e externo (ME) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de enxofre. Baraúna – RN, 2012.

Marinho et al. (2002), observou uma produção comercial inferior, o qual representou 65,7% a produção, utilizando o mamoeiro ‘Tainung 01/781’ (em Macaé - RJ). Esta superioridade pode ser atribuída a melhores condições química do solo, assim fornecendo uma quantidade de nutrientes superiores, exceto o potássio que foi similar, pode expressar todo o potencial produtivo do híbrido utilizado.

Também superior ao observado por Santos et al. (2008), onde foi observado um valor 57,3% menor em relação a Baraúna, nas condições de Limoeiro do Norte (CE). Assim como o observado por Souza et al. (2007), onde a produtividade, em Cruz das Almas (BA), representou apenas 30,3% do observado neste ensaio; este fato pode ser atribuído a menor disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além do menor valor da sua capacidade de troca catiônica, embora este autor tenha analisado o solo na profundidade de 0-40cm, os valores foram superiores a 200%; enquanto, aos demais atributos do solo também foram superiores, mas em menor valor percentual.

Carvalho et al. (2004) observou uma produtividade, em Cruz das Almas

(BA), representando apenas 53,8% do observado em Baraúna – RN; isto, pode ser atribuída a menor disponibilidade de nutrientes as plantas de mamoeiro. Também nesta região, Souza et al. (2005), avaliou uma produtividade representando 75,1% do observado em Baraúna, utilizando um espaçamento reduzido, com uma população de 1904,8 plantas ha⁻¹, o qual representa um acréscimo de 52,4% do de plantas utilizadas em Baraúna. Enquanto, Barreto et al. (2010) observou uma produtividade média dos produtores de Baraúna - RN de 59,9% do observado neste ensaio.

Entretanto, Gomes Filho et al. (2008) observou uma produtividade superior de 38,1% a 75,6%, conforme os tratamentos utilizados, em relação ao observado neste ensaio em Baraúna. Esta superioridade pode ser atribuída a utilização de um espaçamento reduzido e fileiras duplas, assim proporcionou uma maior população e uma maior produtividade; além de sua maior disponibilidade, a absorção das plantas, de fósforo e da quantidade de matéria orgânica, disponível no solo.

A maior percentagem de frutos destinados ao mercado interno e comercial foi observada com a aplicação da maior dose estudada (2000 kg ha⁻¹ de S-elementar); para o mercado interno foi observado um valor de 77,5% e comercial de 83,7%; quando comparado com a testemunha, é verificado que a aplicação de 2000 kg ha⁻¹ de S-elementar promoveu um incremento de 1,2% e 1,6%, respectivamente (Figura 6). Contudo, para o mercado externo teve um percentagem média de $6,0 \pm 0,3\%$, independente das adubações com enxofre utilizadas. Os incrementos destas percentagens sai devidos ao fato da quantidade de frutos total diminui em maior valor proporcional do que as percentagens de frutos para o mercado externo e interno.

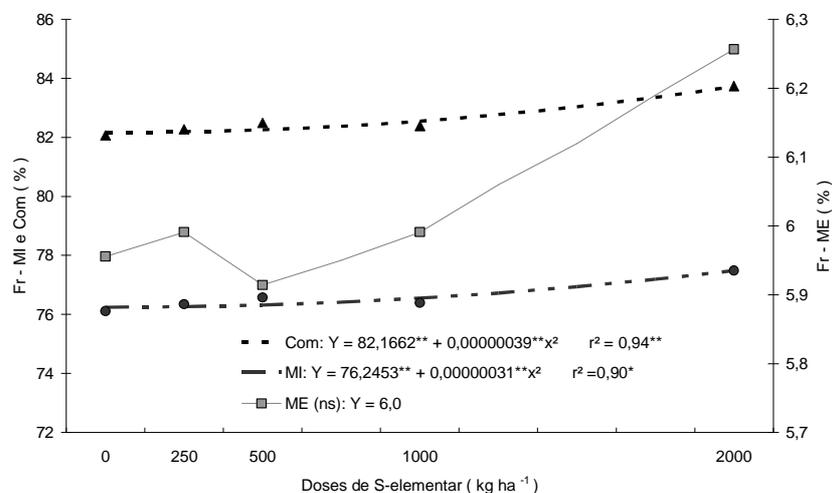


Figura 6 - Percentagem de frutos (Fr) comercial (Com), para o mercado interno (MI) e externo (ME) de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de enxofre. Baraúna – RN, 2012.

A utilização de enxofre promoveu um incremento na firmeza da polpa, até a utilização 909,2 kg ha⁻¹ de S-elementar, posteriormente ocorreu uma redução desta, de 95,2 N para 92,7 ao aplicar 2000 kg ha⁻¹ de S-elementar (Figura 7). Entretanto, o incremento do intervalo de 250 a 500 kg ha⁻¹ foi de apenas 1,8% (1,7 N), enquanto no intervalo entre 0 a 250 kg ha⁻¹ foi de 8,7%, ou seja, 8,1 N, tendo assim uma firmeza de 92,8 N.

Ao aumentar as doses de enxofre, ocorreu uma redução de níveis de fósforo no solo o qual promoveu maiores valores da firmeza da polpa, tendo uma correlação negativa. Mas, o aumento das doses de enxofre promoveram o aumento dos níveis de magnésio no solo e da relação magnésio/potássio (Mg/K), o quais se correlacionaram de maneira positiva com firmeza da polpa (Tabela 1).

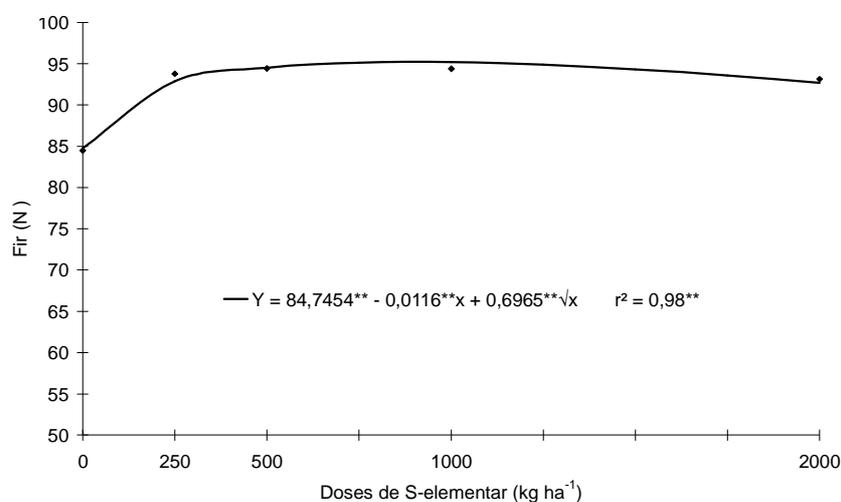


Figura 7 - Firmeza da polpa (Fir) em frutos de mamoeiro 'Tainung-01' sob doses de enxofre. Baraúna – RN, 2012.

O detrimento da firmeza de frutos com o aumento das dosagens de enxofre elementar pode ser devido ao efeito salino provocado pelo sulfato (BERGMANN, 1992; DATTA et al., 1995). Ainda pode estar associado ao menor acúmulo de cálcio, ocasionado pela alta salinidade provocada pelo sulfato (DATTA et al., 1995).

Um dos principais atributos de qualidade que, freqüentemente, estabelece a vida útil pós-colheita do mamão, é a firmeza; onde a velocidade de amaciamento depois de colhido é mais ou menos rápida, dependendo da consistência inicial e da tecnologia de conservação empregada (MORAIS et al., 2007). Sendo um processo irreversível e está estritamente ligado ao seu estado de maturação. Neste sentido, a adubação com enxofre, contribui para a melhoria desta característica.

Pereira et al. (2006), avaliando a qualidade de frutos de mamoeiro 'Tainung 01' em Cruz das Almas (BA), e Moraes et al. (2003), com frutos do 'UENF / Caliman 01' oriundos de Baraúna (RN), verificaram um valor de 133,0 N para os frutos recém colhidos, representando uma superioridade de 39,7% em relação a este ensaio. Esta diferença pode ser devida a colheita de frutos, destes autores, serem no 'estágio 1' da maturação; enquanto, neste trabalho (com doses

enxofre) foram colhidos no ‘estagio 2’ (SANCHES, 2012).

O maior valor de sólidos solúveis (12,5 °Brix) foi observado com a aplicação de 151,2 kg ha⁻¹ de S-elementar, tendo um incremento até esta dose e um detrimento do °Brix após esta dosagem (Figura 8). Onde a aplicação desta dose de enxofre promoveu um incremento de 4,3% (0,52 °Brix). O incremento neste teor deve estar ligado o aspecto nutricional (MALAVOLTA, 1994), onde o sinergismo do enxofre com o nitrogênio promoveram o maior acúmulo de fotoassimilados no fruto. No tocante do detrimento, pode estar ligado ao antagonismo selênio, cobre e molibdênio (MALAVOLTA; MORAIS, 2007) e, possivelmente, ao efeito salino (BERGMANN, 1992; DATTA et al., 1995) e tóxico ((MALAVOLTA; MORAIS, 2007) com o excesso de enxofre.

Ocorreu a diminuição do valor do cálcio e da relação entre os níveis de cálcio/magnésio (Ca/Mg) no solo com o aumento de dosagens de enxofre em adubação de fundação, o qual promoveu o incremento nos sólidos solúveis. Entretanto, com o aumento das doses de enxofre foi observado um elevação dos níveis de cálcio e da relação Ca/Mg e em consequência uma redução dos sólidos solúveis (Tabela 1); neste ocorreu uma correlação moderada negativa entre a acidez titulável e a relação Ca/Mg.

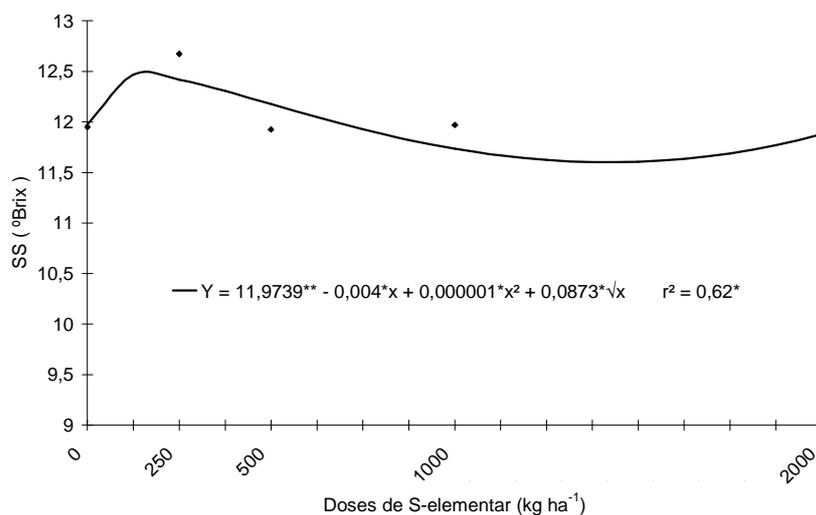


Figura 8 - Sólidos solúveis (SS) em frutos de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de enxofre. Baraúna – RN, 2012.

Os resultado aqui observado, corroborando com Souza et al. (2009), ao avaliar os parâmetros físicos e químicos de frutos do mamoeiro em Cruz das Almas, embora tenha se avaliado frutos com 75% da cor alaranjada e apresente uma superioridade na quantidade fósforo disponível no solo a absorção das plantas; enquanto o cálcio, o magnésio, o potássio, a capacidade de troca catiônica e a saturação por bases são inferiores ao observado no presente experimento.

Avaliando a qualidade de frutos oriundos de Barreiras (BA), Souza et al. (2005a) observou um valor inferior ao observado neste ensaio ($11,70 \pm 0,44$ °Brix), embora tenha avaliado frutos no ‘estagio 4’, 75% da casca amarela (SANCHES, 2012). Avaliando a qualidade de frutos oriundos de Baraúna, Rocha et al. (2007), observou um valor inferior em 8,2%, avaliando frutos com 10% de coloração amarela na casca - ‘estagio 0’ (SANCHES, 2012).

Enquanto, Santos et al. (2008), estudando o efeito de laminas de irrigação, nas condições edafoclimáticas de Limoeiro do Norte (CE), observou um valor de 12,2 °Brix. Corroborando ao observado por Marinho et al. (2002), onde observou um valor de 12,1 °Brix para o mamoeiro Formosa ‘Tainung 01/781’, em ensaio realizado em Macaé (RJ), com a finalidade de avaliar o estado nutricional de mamoeiro dos grupo Solo e Formosa. Caso, se equipararmos a doses de enxofre aplicadas indiretamente, com adubação fosfatada e nitrogenada, teríamos uma redução, nas condições de Baraúna em 3,0% dos sólidos solúveis, assim quando o enxofre for aplicado de forma direta poderá interferir na quantidade dos frutos. Enquanto Pereira et al. (2006) observou um valor 11,2 °Brix, correspondendo a 88,2% do observado em Baraúna, ao avaliar a qualidade de frutos oriundos de Cruz das Almas.

Com o aumento de doses de enxofre ocorreu um incremento na acidez titulável de frutos de mamoeiro ‘Tainung-01’, sendo máximo o valor estimado de 0,16% de ácido cítrico com a utilização de $189,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de S-elementar, representando um incremento de 41,7% em relação à testemunha (Figura 9). entretanto doses superiores promoveram uma redução desta acidez, chegando a representar uma redução de 19,4% com a utilização da maior dose de enxofre em

fundação.

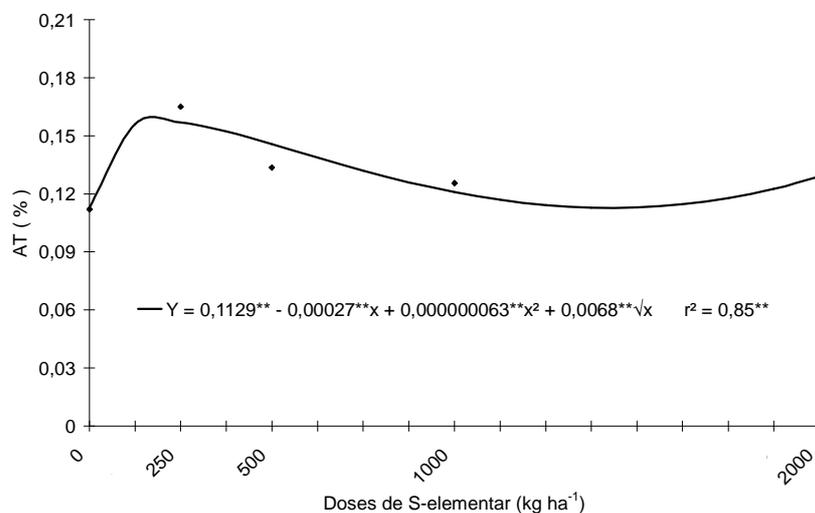


Figura 9 - Acidez titulável (AT) em frutos de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de enxofre. Baraúna – RN, 2012.

Com o aumento das dosagens de enxofre ocorreu a diminuição do valor da relação entre os níveis de cálcio/magnésio (Ca/Mg) no solo e promoveu o incremento na acidez titulável; entretanto, com o aumento das doses de enxofre houve um aumento da relação Ca/Mg e em conseqüência uma redução da acidez titulável (Tabela 1). Ainda, há uma correlação forte negativa entre a acidez titulável e a relação Ca/Mg.

Valor, da acidez titulável, superior ao observado por Souza et al. (2005a), onde quantificou um valor inferior em 63,8% ($0,06 \pm 0,003$ % de ácido cítrico) ao observado neste ensaio, para frutos maduros oriundos de Barreiras (BA). Enquanto, Marinho et al. (2002), avaliando a qualidade frutos em grupos de mamoeiro em Macaé (RJ), cujo fruto do mamoeiro ‘Tainung 01/781’ apresentou um de 30,6% do observado no presente ensaio. Este resultado pode ser devido as melhores condições de disponibilidade de nutrientes em Baraúna (MALAVOLTA, 1994).

Pereira et al. (2006), também observou um valor inferior ao observado no presente ensaio, representando apenas 59,4%. Assim como Souza et al. (2009), observou um valor inferior, representando apenas 37,9% do observado neste

ensaio. Isto pode ser devido a redução desta variável com o amadurecimento do fruto durante com o armazenamento efetuado antes da avaliação de sua qualidade (ROCHA et al., 2007).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), esse decréscimo ocorre porque os ácidos orgânicos estão sendo largamente utilizados como substratos no processo respiratório ou na sua transformação em açúcares. Entretanto, quando o fruto está no “estádio 1” (até 15% da casca amarela) na escala de Sanches (2012), o valor de acidez decresce, do início do desenvolvimento (antese), até a maturidade fisiológica, ou seja, o fruto colhido a partir deste período mantém uma estabilidade na acidez (SILVA, 1995; QUEIROZ, 2009). As diferenças observadas, entre os diversos autores, podem ser atribuídas a época em que os frutos foram produzidos; sendo importante ressaltar que a cultivar também influi na concentração de ácidos nos frutos (KAYS, 1991).

Estes altos valores da acidez titulável são importantes para os frutos, pois, contribuição dos ácidos orgânicos para a qualidade sensorial dos frutos deve-se, principalmente, ao balanço entre seus conteúdos e os de açúcares, relação SS/AT; esta relação alta contribui com um sabor doce na fruta, o que pode ser verificado com os frutos de mamão (QUEIROZ, 2009). Onde os frutos colhidos no ‘estágio 2’, os sólidos solúveis tendem a aumentar até o amadurecimento do fruto a acidez tende a estabilizar. Assim, os valores desta relação observados no presente ensaio deveriam ser maiores se os frutos fossem armazenados até o completo amadurecimento (avaliação do tempo de prateleira), promovendo frutos de qualidade superior as médias dos trabalhos observados.

Avaliando a relação entre os sólidos solúveis e acidez titulável verifica-se que o incremento nas doses de enxofre favoreceu o maior incremento do sólidos solúveis e um detrimento da acidez titulável, tendo uma resposta de comportamento decrescente ao aumento das dosagens, onde a ausência desta adubação promoveu uma maior relação (109,1), conforme esboço na figura 10; onde a maior dose de enxofre utilizada promoveu uma redução de 13,9% da relação, quando comparado com a testemunha. Corroborando ao observado por

Pereira et al. (2006), cujos frutos foram oriundos de Cruz das Almas.

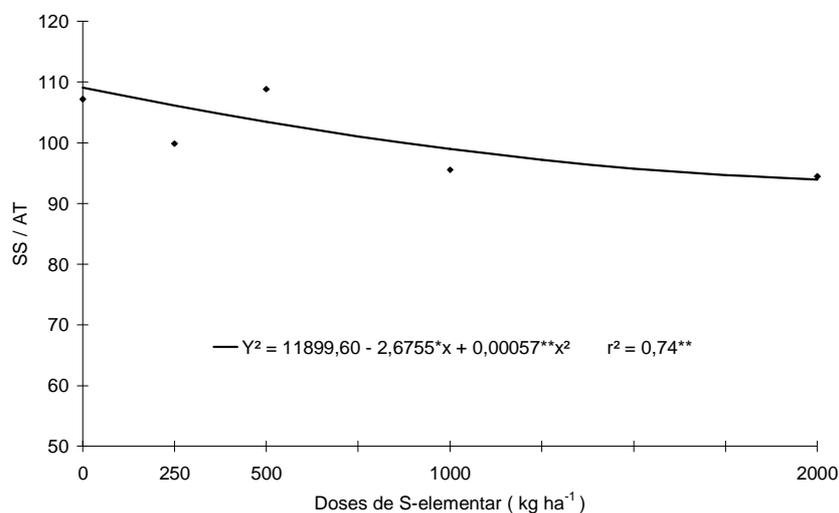


Figura 10 - Relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS / AT) em frutos de mamoeiro ‘Tainung-01’ sob doses de enxofre. Baraúna – RN, 2012.

Entretanto, Marinho et al. (2002), Souza et al. (2005a) e Souza et al. (2009), verificaram valores superiores ao presente ensaio, representando uma superioridade de 226,3%, 184,4% e 86,2%, respectivamente. Isto é devido ao valor semelhante dos sólidos solúveis e a uma menor acidez titulável observado, ao avaliar a qualidade de frutos do mamoeiro ‘Tainung – 01/781’, Tainung – 01 e Tainung – 01, respectivamente.

Quando a produção for destinada ao mercado interno e externo, o aumento de doses de enxofre promoveram aumentos na receita líquida até a aplicação de 307,4 kg ha⁻¹ de S-elementar, representando um incremento de 35,3% (Figura 11). Representando uma redução da sua maior produtividade física - 0,6% quando destinada ao mercado interno e 0,1% para o externo - e a dose aplicada (de maior eficiência estimada) em 36,4% e 19,3%, para o mercado interno e externo, respectivamente.

Ainda é verificado que doses superiores promoveram uma redução desta variável, chegando à redução de 47,0% em relação ao maior valor estimado da

receita líquida (R\$ 27.613,7). Barreto et al. (2010), realizando um levantamento dos custos de produção e rentabilidade do mamão Formosa na cidade em Baraúna (RN), observou uma receita líquida inferior em 49,5%, isto devido a baixa produtividade média observada dos produtores, quando comparado ao presente ensaio.

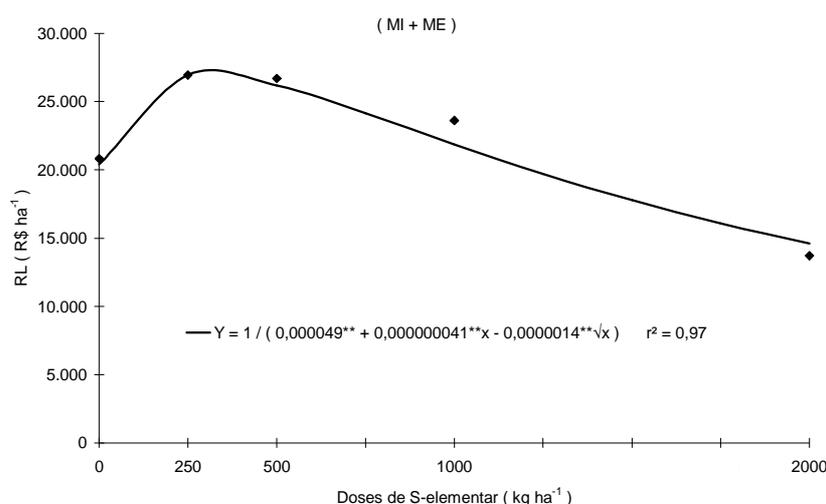


Figura 11 - Receita líquida (RL) de mamoeiro 'Tainung-01' sob doses de enxofre, quando a produção destinada para mercado interno e externo (MI + ME). Baraúna – RN, 2012.

Quando a produção for destinada exclusivamente para o mercado interno a utilização de 307,2 kg ha⁻¹ de S-elementar promoveu o maior valor da receita líquida (R\$ 26.364,7), representando um incremento de 37,1% em relação à testemunha (Figura 12). O qual representa uma redução da dose de maior eficiência agrônômica e da produtividade, sendo de 35,6% e 0,6%, respectivamente. Doses superiores a esta, promoveram uma redução desta receita, chegando a perda de 46,2%, comparado ao maior valor, quando foi utilizada a dose de 2.000,0 kg ha⁻¹ de S-elementar.

A receita líquida observada por Barreto et al. (2010) representa em 53,1% do observado no presente ensaio, devido a uma produtividade inferior em 40,1%. O

mesmo ocorreu com a receita líquida de Silva et al. (2004), onde considerou como produtividade de 60 ton ha⁻¹, assim observou uma receita que representa apenas 74,8% do estimado neste ensaio.

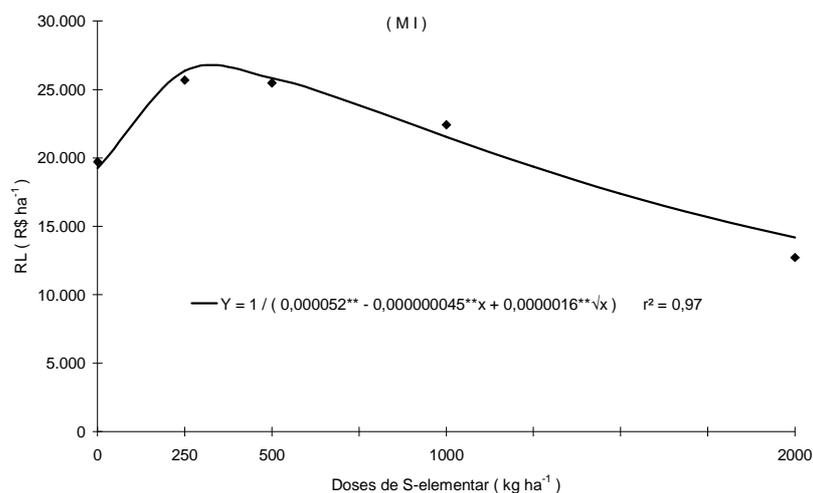


Figura 12 - Receita líquida (RL) de mamoeiro 'Tainung-01' sob doses de enxofre, quando a produção destinada exclusivamente para mercado interno (MI). Baraúna – RN, 2012.

Os resultados aqui apresentados demonstram ser a utilização de adubação de fundação com enxofre promotora de incrementos para o número de frutos total, comercial e para o mercado interno; na produção; na produtividade; na percentagem do número de fruto comercial e para o mercado interno; na firmeza da polpa; nos sólidos solúveis; na acidez titulável; na receita líquida. Além disso, a utilização do enxofre abre a possibilidade, de modo significativo, para a manutenção da viabilidade econômica de pomares de mamoeiro 'Tainung 01' irrigado nas condições do Semi - árido Nordeste.

4 CONCLUSÕES

- A adubação de fundação com enxofre elementar promoveu resposta positiva em mamoeiro Formosa ‘Tainung-01’.
- A aplicação, em média, de 426 kg ha⁻¹ verificou-se a melhores resultados para a produção.
- Ao aplicar 313 kg ha⁻¹ de enxofre foi verificado frutos com melhor qualidade.
- A utilização de 307 kg ha⁻¹ de enxofre promoveu a maior rentabilidade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. O. A. C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 15 ed. Arlington, 1992. 1115p.

BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability a mechanistic approach**. New York: John Wiley and Sons, 1984. 398p.

BARRETO, H. B. F.; COSTA, E. M.; OLIVEIRA, D. M.; SILVA, K. B.; ARAUJO, J. A. M. Custos de produção e rentabilidade do cultivo do mamão formosa (Tainung nº1) na cidade de Baraúna - RN. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 2, p. 96 -102, 2010.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants**: development, visual and analytical diagnosis. 2ª ed. New York: Gustav Fischer Publishing House Jena, 1992, 741p.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; AMORIM, A. P. **Dados meteorológicos de Mossoró** (janeiro de 1898 a dezembro de 1986). Mossoró: ESAM / Fundação Guimarães Duque, 1987. v. 341, 325p. (Coleção Mossoroense, 341).

CARVALHO, J. E. B.; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. A.; SOUZA, L. S.; CALDAS, R. C.; DALTRO JUNIOR, C. A.; CARVALHO, L. L.; OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS, R. C. Leguminosas e seus efeitos sobre propriedades físicas do solo e produtividade do mamoeiro 'Tainung 1'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 335-338, 2004.

CEAGESP. **Mamão**: classificação. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtor/classific/>>. Acessado em: 12 jan. 2013.

CUNHA, M. K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.651-658, 2001.

CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2005. 785p.

CUNHA, R. J. P. **Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiências de macronutrientes e do boro em mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. 1979. 131f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Piracicaba, 1979.

DATTA, K. S.; KUMAR, A.; VARMA, S. K; ANGRISH, R. Differentiation of chloride and sulphate salinity on the basis of ionic distribution in genetically diverse cultivars of wheat. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, n. 10, p.2199-2212, 1995.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. E. Malavolta (Trad.). Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 344p

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Goiânia: Ed. Campos / Embrapa. 1984. 341p.

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

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

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.

GOMES FILHO, A.; OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Mancha fisiológica e produtividade do mamão Tainung 01: efeito da lâmina de irrigação e cobertura do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1161-1167, 2008.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: USP, 2000. 477p.

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

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI, 532p. 1991.

LEMOS, R. C., SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3ª ed. Campina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1996. 83p.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1998. 177 p

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

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.; MORAIS, M. F. Fundamentos di nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. p.189-249.

MALAVOLTA, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2004. p.35-105.

MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C.; MARINS, S. L. D.; VIEIRA, A. Análise química do pecíolo e limbo foliar como indicadora do estado nutricional dos mamoeiros 'Solo' e 'Formosa'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.373-381, 2002.

MEDINA, J. C. **Mamão**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2.ed. Campinas: ITAL, 1989. 367p. (Série Frutas Tropicais, 7).

MENDONÇA, E. S.; LOURES, E. G. **Matéria orgânica do solo**. Brasília: ABEAS, 1995. 45 p. (Curso de Fertilidade e Manejo de solo, Módulo 5).

MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A.; GURGEL, R. L. S.; FERREIRA, E. A.; ORBES, M. Y.; TOSTA, M. S. Crescimento de mudas de mamoeiro “Formosa” em substratos com utilização de composto orgânico e superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 861-868, 2006.

MENDONÇA, V.; LEITE, G. A.; MEDEIROS, P. V. Q.; MEDEIROS, L. F.; CALDAS, A. V. C. Crescimento inicial de mudas de cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* D.C.) em substrato enriquecido com superfosfato simples. **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.81-86, 2009.

MONTEIRO, F. A. **Sulfur fertilization and nutrient distribution in a Florida spodosol profile under white clover – *Pensacola bahiagrass***. 1986. 182f. Tese (Doutorado) - University of Florida, Gainesville, 1986.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G.; MENEZES, J. B.; MAIA, F. E. N.; DANTAS, D. J.; SALES JÚNIOR, R. Pós-colheita de mamão híbrido UENF / Caliman 01 cultivado no Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.3, p. 666-670, 2007.

MORAL, O. F. G.; MORENA, I.; RAMOS, J.M. Effects of nitrogen and foliar sulphur interaction on grain yield and yield components in barley. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 183, n. 2, p. 213-226, 1999.

OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 160-163, 2004.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.206-211, 2009.

OLIVEIRA, J. R. P.; CARVALHO, J. E. B. Tratos culturais. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 35-

36. (Frutas do Brasil, 3).

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; BISPO, A. S. R. ; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PRADO, R. M.; BRAGHIROLI, L. F.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. M.; ALMEIDA, E. V. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 295-299, 2004.

QUEIROZ, R. F. **Desenvolvimento de mamão formosa ‘Tainung 01’ cultivado em Russas – Ceará**. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, 2009.

RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; NASCIMENTO, S. R. C.; NUNES, G. H. S. Qualidade do mamão ‘Formosa’ submetido a diferentes temperaturas de refrigeração. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p.75-80, 2007.

SANCHES, J. **Pós-colheita de mamão**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

SANTOS, F. S. S.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; OLIVEIRA, C. W.; SOUSA, . A. E. C. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na cultura do mamão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p.673-680, 2008.

SILVA, J. R. S. **Desenvolvimento do fruto do mamoeiro (*Carica papaya L.*) cv. Sunrise Solo**. 1995. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia – EAUFBA, Cruz das Almas, 1995.

SMITH, F. W.; LONERAGAN, J. F. Interpretatio of plant analysis: concepts and principles. In: REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. (Eds.). **Plant analysis: an interpretation manual**. Collingwood: CSIRO, 1997. p.1-33.

SILVA, M. C. A.; TARSITANO, M. A. A.; CORRÊA, L. S. Análise do custo de produção e lucratividade do mamão Formosa, cultivado no município de Santa Fé do Sul (SP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 40-43, 2004.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F.; DONADON, J. R.; TEIXEIRA, G. H. A. Conservação de mamão 'formosa' minimamente processado armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 273-276, 2005a.

SOUZA, E. A.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; COELHO FILHO, M. A. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com fósforo por gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 495-499, 2005.

SOUZA, T. V.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; LEDO, C. A. S. Avaliação física e química de frutos de mamoeiro 'Tainung n°1', fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.2, p.179-184, 2009.

SOUZA, T. V.; PAZ, V. P. S.; COELHO, E. F.; PEREIRA, F. A. C.; LEDO, C. A. S.. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 563-574, 2007.

VIANA, T. V. A.; SANTOS, F. S. S.; COSTA, S. C.; AZEVEDO, B. M.; SOUSA, A. E. Diferentes doses de potássio, na forma de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 34-38, 2008.

WILKINSON, S. R., LANGDALE, G. W.. Fertility needs of the warm-season grasses. In: MAYS, D. A. (Ed.). **Forage fertilization**. Madison: ASA-CSSA-SSSA. 1974. p.119-146.