

MARIA JOSÉ TÔRRES CÂMARA

**NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO FRUTO EM
MAMOEIRO 'TAINUNG 1' ADUBADO COM NITROGÊNIO
E POTÁSSIO**

MOSSORÓ-RN

2009

MARIA JOSÉ TÔRRES CÂMARA

**NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO FRUTO EM
MAMOEIRO ‘TAINUNG 1’ ADUBADO COM NITROGÊNIO
E POTÁSSIO**

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

ORIENTADOR: Prof. Dr José Francismar de Medeiros

MOSSORÓ-RN

2009

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

C172n Câmara, Maria José Tôres.

Nutrição, produção e qualidade do fruto em mamoeiro 'Tainung'
adubado com nitrogênio e potássio / Maria José Tôres Câmara. -
Mossoró, 2009.

151 f. : il.

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

Orientador: Prof^o. Dr. José Francimar de Medeiros.

Co-orientador: Prof^o. Dr. Miguel Ferreira Neto

1. *Carica papaya* L. 2. Fertilização. 3. Produtividade. I. Título.

CDD: 634.651


Bibliotecário: Sale Mário Gaudêncio
CRB-15/476

MARIA JOSÉ TÔRRES CÂMARA

**NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO FRUTO EM
MAMOEIRO 'TAINUNG 1' ADUBADO COM NITROGÊNIO
E POTÁSSIO**

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


APROVADA EM: 14/12/2009




Prof. Dr. José Francismar de Medeiros - UFERSA
Orientador



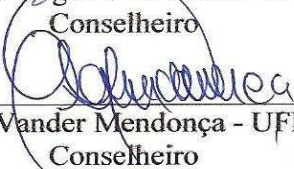
Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto - UFERSA
Coorientador



Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa - UFC
Conselheiro



Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza - IFCE
Conselheiro



Prof. Dr. Vander Mendonça - UFERSA
Conselheiro

Ao meu Deus, todo poderoso, capaz de fazer mais do que tudo que pedimos ou pensamos, mais do que tudo que sonhamos. O SENHOR mudou a minha história e fez o que ninguém poderia imaginar. A honra, a glória, a força e o louvor sejam dados a ti, Deus rei e Deus meu.

Ofereço

A papai (Miguel de Oliveira) e a mamãe (Maria Lindalva), dois guerreiros, que me colocaram na escola, mesmo sem ter o mínimo de condições de comprar um caderno.

Dedico

AGRADECIMENTOS

- A Jesus Cristo, que morreu pra me salvar e está sentado à direita do pai (Deus) sendo meu advogado e também por ter deixado, antes de subir aos céus, o Espírito Santo que habita em mim e no coração de todos que o aceitam como salvador.
- À Universidade Federal Rural do Semi-Árido , pelo curso de doutorado.
- Ao CNPq/FAPERN e CAPES/PRODOC pelo financiamento desta pesquisa,
- Fazenda WG Fruticultura LTDA e aos seus funcionários pelo apoio na instalação e condução do experimento.
- A **José Francismar**, meu ozinho, você é o melhor orientador do mundo. Há um provérbio na bíblia que diz: O homem se alegra em dar resposta adequada, e a palavra a seu tempo, quão boa é (Pv. 15/23). Você sempre teve resposta para tudo. Muito obrigada! Deus abençoe você, sua esposa e seus filhos.
- A Jonas e Pahlevi, eu amo vocês dois, amo com grande amor, amor de irmão. Em II Coríntios 9/7 diz: Cada um contribua segundo tiver proposto no coração, não com tristeza ou por necessidade; porque Deus ama a quem dá com alegria. A contribuição de vocês foi essencial e sei que foi cansativo, mas trabalhamos nesse projeto com muita alegria. Muito abrigada por tudo, eu não tenho palavra para agradecer.
- Ao Prof. Miguel F Neto, pessoa maravilhosa. Deus foi muito bom quando colocou você para trabalhar comigo. Obrigada por tudo, pelo carinho, atenção e conselhos. Em provérbio 19/20 diz: ouve o conselho e recebe a instrução, para que sejas sábio nos teus dias por vir.
- Ao Márcio C. de Medeiros, obrigada por aceitar o convite e pela contribuição na elaboração deste projeto. Minha equipe e eu trabalhamos muito no desenvolvimento do mesmo. Há um versículo na bíblia que diz: tudo quanto te vier a mão para fazer faze-o conforme as suas forças (Ec 810a).

- Ao professor Vander Mendonça, pelas aulas de fruticultura. Uma pessoa maravilhosa como você só poderia ser um excelente professor.
- Aos professores, Maria Zuleide de Negreiros e Marcio, pela oportunidade de realizar os estágios de docência. Obrigada especial a Zuleide, que sempre foi um amor comigo.
- Aos funcionários do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Ciências Ambientais da UFERSA, pelo auxílio nas análises químicas de solo e planta. Cibelly, Você foi ótima.
- Aos meus sete irmãos, faço minhas as palavras de Paulo em II Coríntios 2/3b, confio em todos vós de que a minha alegria é também a vossa.
- Ao Professor Francisco Bezerra Neto, eu nunca vou esquecer a frase que o seu pai falou para você e você repassou para mim: **Nunca tenha por certo o que depender de outra pessoa.**
- Aos meus sobrinhos: Alice Maria, Ana Letícia, Ana Heloísa, Ester, Mateus e Alana Sofia.
- Aos funcionários/motoristas da UFERSA em especial ao Sr. Rizomar, que não só me levava a Baraúna, como também ajudava na colheita. Costumava brincar dizendo que ele sabia mais do experimento do que eu.
- À Prefeitura Municipal de Mossoró, através da Gerência Executiva da Gestão Ambiental (Mairton), Departamento de Parques e Jardins (Luciara, Nôra, Dona Toinha, Yara, Ana Karina e Lauro). Eu amo vocês de coração e estou com muita saudade.
- A minha amiga Norma, você é maravilhosa. A bíblia diz: Alegrai-vos com o que se alegram e chorai com os que choram (Romanos 12/14).
- A Paulo Linhares, somos amigos desde 1995, quando estudávamos juntos (cursinho pré-vestibular) e não imaginávamos, naquele tempo, chegarmos tão longe. Aproveitamos bem a nossa juventude e em I João 2/14b diz: Jovens, eu vos escrevi por que sois fortes, e a palavra de Deus permanece em vós, e tendes vencido o maligno.

- A Jerônimo Neto, meu amigo. ‘Se a cruz pesada for’, entregue a Deus, pois Ele tem pra você um jugo suave e um fardo leve (Mateus 11/28-30).
- Aos amigos Damiana Medeiros, Gilcimar, Karidja, ou melhor, a todos meus amigos... “Pois na vida é tão bom ter amigos, amigos de fé, amigos irmãos...”
- Aos Bolsistas de IC Alison, Branca, Isabel, Kayeshella e uma turma de Apodi, pelo apoio na coleta dos dados (não para não, continua....risos).
- À Igreja Batista Fundamentalista e a Igreja Batista da Fé do Bom Jardim. Amo vocês e sei do grande amor de vocês por mim. Um abraço especial às cocotas, que cuidaram de mim, principalmente em 2006. Eu faço questão de dividir com vocês essa vitória.
- A toda turma da pós-graduação: Se com a tua boca confessares a Jesus como Senhor, em teu coração creres que Deus o ressuscitou dentre os mortos, serás salvo. Porque com o coração se crê para a justiça, e com a boca se confessa a respeito da salvação (Rm 10/09-10).

RESUMO

CÂMARA, M. J. T. **Nutrição, produção e qualidade do fruto em mamoeiro 'Tainung 1' adubado com nitrogênio e potássio.** 2009. 151f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

Considerando a grande exigência de Nitrogênio e Potássio pelo mamoeiro e a falta de investigações na região sobre a dose ótima para a cultura, levando em conta que a região produtora do mamoeiro Formosa do RN e CE apresenta baixo teor de matéria orgânica, solos e água ricos em Ca que eleva a relação Ca/K no solo, podendo exigir que os teores absolutos do K no solo sejam mais altos para uma boa resposta da planta. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da adubação com N e K₂O na nutrição, produção e qualidade do fruto do mamoeiro no município de Baraúna (RN). O experimento foi desenvolvido com mamão (*Carica papaya* L.), do grupo Formosa, cultivar 'Tainung 1'. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III modificada por Leite (1984), sendo compostos da combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e potássio aplicado em cobertura (fertirrigação e de forma convencional), usando como fontes a uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos (N₁K₁=10%-10%; N₁K₂=10%-60%; N₂K₁=60%-10%; N₂K₂=60%-60%; N₂K₄=60%-140%; N₃K₃=100%-100% (dose aplicada pela Fazenda WG); N₄K₂=140%-60%; N₄K₄=140%-140%; N₄K₅=140%-190%; N₅K₄=190%-140%). Foi feita a análise nutricional de toda a planta, avaliações das características de produção e das características qualitativas. Os teores de nutrientes encontrados no limbo e no pecíolo nos três períodos analisados estiveram sempre na faixa ou acima do padrão recomendado para o mamoeiro, com exceção do P no limbo e pecíolo e do K no limbo (18 e 22 semanas), que apresentaram teores abaixo do recomendado. Os pontos de máximo encontrados em resposta às doses de N e K aplicadas foram absorções de luxo, exceto para o P. Do início da produção até o mamoeiro completar um ano, as doses de N apresentaram-se com maior significância que as doses de K, onde o número de frutos e a produtividade apresentaram melhores resultados, com doses de N entre 100% (N₃) e 140% (N₄) combinadas com as doses de K₂O de 60% (K₂). A grande quantidade de chuvas ocorridas anteriormente ao período compreendido entre a 48^a e 61^a semana proporcionou baixa produção, obtendo-se os melhores resultados com os tratamentos que tinham recebido no período anterior, maiores doses, principalmente de K₂O. Com a retomada das adubações ocorreram os melhores resultados com as doses de N e K correspondentes aos tratamentos N₃ (100%) e K₄ (190%). De forma geral, os frutos apresentaram bons resultados pós-colheita independentemente dos tratamentos.

Palavras-chave: *Carica papaya*. Fertirrigação. Produtividade.

ABSTRACT

CÂMARA, M. J. T. **Nutrition, production and fruit quality of papaya 'Tainung 1' fertilized with nitrogen and potassium.** 2009. 155f. Dissertation (Doctorate in Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2009.

Considering the great requirement for nitrogen and potassium by the papaya and the lack of investigations in the region about the optimum dose for the culture, taking into account that the producing region of papaya Formosa of RN and CE has low organic matter content, soil and water rich in Ca which increases the Ca/K ratio in the soil and may require that the absolute levels of K in soil are higher for a good response from the plant. Within this context, it was aimed to evaluate the effect of the fertilizing with N and K₂O in nutrition, production and fruit quality of papaya in the county of Baraúna (RN). The experiment was conducted with papaya (*Carica papaya* L.), the Formosa group, cultivar Tainung 1'. The experimental design was randomized blocks with four replications, using for treatments composition the experimental Plan Puebla III matrix modified by Leite (1984), being composed of a combination of two factors, nitrogen and potassium doses applied in covering (fertirrigation and conventional form), using sources such as urea and potassium chloride, respectively, resulting in 10 treatments (N₁K₁ = 10%-10%; N₁K₂ = 10%-60%; N₂K₁ = 60%-10% ; N₂K₂ 60%-60%; N₂K₄= 60%-140%; N₃K₃ = 100%-100% (dose applied for WG Farm); N₄K₂ = 140%-60%; N₄K₄ = 140%-140%; N₄K₅ = 140%-190% and N₅K₄= 190%-140%. Nutritional analysis of all plant was made, besides evaluations of the production characteristics and qualitative characteristics. The nutrients contents found in the leaf blade and the petioles in the three analyzed periods were always in the range or above the recommended standard for papaya, with the exception of P in the leaf blade and petiole and K in the leaf blade (18 and 22 weeks), which showed levels below the recommended. The maximum points found in response to N and K doses applied were absorptions of luxury, except for P. From the beginning of production until the papaya completing one year, the N doses had greater significance than K doses, and the number of fruits and productivity showed better results, with N doses between 100% (N₃) and 140% (N₄) combined with doses of K₂O of 60% (K₂). The large amount of rainfall that occurred prior to the period between the 48th and 61st weeks provided low production, obtaining the best results with treatments that had received in the previous period, higher doses, especially of K₂O. With the resumption of fertilizations occurred the best results with the doses of N and K corresponding to the N₃ (100%) and K₄ (190%) treatments. Overall, the fruits showed good post-harvest quality regardless of treatments.

Keywords: *Carica papaya*. Fertirrigation. Yield.

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Teores críticos de nutrientes, considerados adequados por diferentes autores, na matéria seca do limbo e pecíolo foliares do mamoeiro.....	33
TABELA 02	Características químicas do solo da área experimental* com 20 e 70 semanas após o transplântio (S.A.P) em três diferentes camadas. Mossoró, RN, 2006.	53
TABELA 03	Tratamentos variando doses de N e K ₂ O de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984).	
TABELA 04	Quantidades totais acumuladas de nitrogênio (N) e potássio (K ₂ O) aplicadas durante o ciclo do mamoeiro cultivado entre agosto de 2006 a dezembro de 2007. Mossoró-RN, 2009.....	56
TABELA 05	Níveis de nitrogênio (N) e potássio (K) para pontos de máximo, mínimo ou de sela e os autovalores da matrix hessiana das superfícies de respostas significativas obtidas para as variáveis: teor de nutrientes: nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) na parte aérea da planta do mamoeiro com 18, 22 e 70 semanas. Mossoró-RN UFERSA, 2009.	62
TABELA 06	Valores médios dos macronutrientes: nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) encontrados na parte aérea da planta do mamoeiro com 18, 22 e 70 semanas. Mossoró-RN UFERSA, 2009.....	66
TABELA 07	Características químicas do solo da área experimental* com 20 e 70 semanas após o transplântio (S.A.T) em três diferentes camadas. Mossoró, RN, 2006.....	88
TABELA 08	Tratamentos variando doses de N e K ₂ O de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984).....	89

TABELA 09	Quantidades acumuladas de nitrogênio (N) e potássio (K ₂ O) durante o ciclo do mamoeiro cultivado entre agosto de 2006 a dezembro de 2007. Mossoró-RN, 2009.....	91
TABELA 10	Níveis de nitrogênio (N) e potássio (K ₂ O) para pontos de máximo, mínimo ou de sela e os autovalores da matrix hessiana das superfícies de respostas significativa obtidas para as variáveis: número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRTAC), massa média de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e produtividade comercializável acumulada (PRODAC) do mamoeiro formosa adubado com diferentes doses de N e K aplicados com fertirrigação nos diferentes períodos, durante o ciclo do mamoeiro cultivado em agosto de 2006 a dezembro de 2007.....	100
TABELA 11	Características químicas do solo da área experimental* com 20 e 70 semanas após o transplântio (S.A.T) em três diferentes camadas. Mossoró, RN, 2006.....	127
TABELA 12	Quantidades acumuladas de nitrogênio (N) e potássio (K ₂ O) durante o ciclo do mamoeiro cultivado entre agosto de 2006 a dezembro de 2007. Mossoró-RN, 2009.....	128
TABELA 13	Níveis de nitrogênio (N) e potássio (K) para pontos de máximo, mínimo ou de sela e os autovalores da matrix hessiana das superfícies de respostas significativa obtidas para a variável firmeza de polpa (FP) do mamoeiro formosa adubado com diferentes doses de N e K aplicados com fertirrigação nos diferentes períodos, durante o ciclo do mamoeiro cultivado em agosto de 2006 a dezembro de 2007.....	134
TABELA 14	Valores médios para a firmeza de polpa (FP), espessura de polpa (EP), Cavidade interna (C.I) e sólidos solúveis totais (SST), vitamina C (V.C), potencial hidrogênio-iônico (pH), acidez titulável (AT) e Relação SS/AT. Mossoró-RN, UFERSA, 2009.....	135

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Umidade relativa do ar, temperatura máxima, média, mínima (A) e precipitação (B), no período de agosto de 2006 a dezembro de 2007. UFERSA, Mossoró – RN, 2009.....	52
FIGURA 02	Composição dos tratamentos de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984). Mossoró, RN, UFERSA, 2009.....	54
FIGURA 03	Croqui da área experimental. Mossoró, RN, UFERSA, 2009.....	55
FIGURA 04	Detalhe da parcela experimental (T- 3). Mossoró, RN, UFERSA, 2009.....	55
FIGURA 05	Análise destrutiva - Folha (A), frutos e flores (B) e caule (C).....	58
FIGURA 06	Preparo da amostra de caule no laboratório de Solos e Nutrição de Plantas.....	59
FIGURA 07	Superfície de resposta e curva de contorno para o teor de P (A) e K (B) no fruto do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 18ª semana após o transplântio.....	63
FIGURA 08	Superfície de resposta e curva de contorno para o teor de Mg no fruto (A) e no caule (B) do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 18ª semana após o transplântio.....	65
FIGURA 09	Superfície de resposta e curva de contorno para o teor de nitrogênio (N) na flor do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 22ª semana após o transplântio.....	68

FIGURA 10	Superfície de resposta e curva de contorno para o teor de Ca (A) e Mg (B) no pecíolo do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 70ª semana após o transplantio.....	72
FIGURA 11	Superfície de resposta e curva de contorno para o teor de Na (A) e K (B) no pecíolo do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 70ª semana após o transplantio.....	74
FIGURA 12	Umidade relativa do ar, temperatura máxima, média, mínima e precipitação, no período de agosto de 2006 a dezembro de 2007. UFERSA, Mossoró – RN, 2009.....	87
FIGURA 13	Composição dos tratamentos de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984). Mossoró, RN, UFERSA, 2009.....	89
FIGURA 14	Croqui da área experimental. Mossoró, RN, UFERSA, 2009.....	90
FIGURA 15	Detalhe da parcela experimental. Mossoró, RN, UFERSA, 2009.....	90
FIGURA 16	Os injetores do tipo Venturi instalados na área experimental (A) e a distribuição das tubulações no campo (B).....	93
FIGURA 17	Frutos considerados refugos.....	94
FIGURA 18	Curvas de número de frutos comercializável acumulados – NFRAC (A) e número de frutos total acumulados – NFRAC (B) massa média de frutos comercializável acumulados - MMFRAC (C) e da produtividade comercializável acumulada - PRODAC (D) de mamão Formosa adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio durante o ciclo da cultura.....	97

FIGURA 19	Superfície de resposta e curva de contorno para número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRTAC) e produtividade comercializável acumulada (PRODAC) de mamão formosa adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 38 ^a semanas.....	101
FIGURA 20	Superfície de resposta e curva de contorno do número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRTAC) de mamão fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 46 ^a semanas.....	103
FIGURA 21	Superfície de resposta e curva de contorno da massa média de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e da produtividade comercializável acumulada (PRODAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 46 ^a semanas.....	105
FIGURA 22	Superfície de resposta e curva de contorno do número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRTAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 61 ^a semanas.....	108
FIGURA 23	Superfície de resposta e curva de contorno da massa média de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e da produtividade comercializável acumulada (PRODAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 61 ^a semanas.....	110
FIGURA 24	Superfície de resposta e curva de contorno do número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRTAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 70 ^a semana.....	112

FIGURA 25	Umidade relativa do ar, temperatura máxima, média, mínima e precipitação, no período de 30 de março a 21 de dezembro de 2007. UFERSA, Mossoró – RN, 2009.....	126
FIGURA 26	Frutos recém - colhidos logo após terem chagado ao laboratório da UFERSA.....	130
FIGURA 27	Superfície de resposta e curva de contorno da firmeza do fruto da 13º colheita de mamão formosa adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio até a 46ª semana após o transplântio.....	134

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	20
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
1.2.1 Características da cultura do mamoeiro.....	22
1.2.2 O crescimento produtivo do mamoeiro no Brasil e região.....	24
1.2.3 Efeitos e funções dos macronutrientes no mamoeiro	25
1.2.3.1 O Nitrogênio (N)	25
1.2.3.2 O Potássio (K)	28
1.2.3.3 O Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e sódio (Na).....	29
1.2.4 Exigências nutricionais do mamoeiro.....	31
1.2.5 Absorção e exportação de macronutrientes.....	35
1.2.6 A adubação e a fertirrigação.....	37
REFERÊNCIAS.....	39
CAPÍTULO 2 – NUTRIÇÃO DO MAMOEIRO ‘TAINUNG 1’ ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO.....	45
2.1 RESUMO.....	46
2.2 ABSTRACT.....	47
2.3 INTRODUÇÃO.....	48
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.4.1 Localização e caracterização do experimento.....	51
2.4.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	53
2.4.3 Condução do experimento.....	56
2.4.4 Sistema de irrigação.....	57
2.4.5 Amostragem do tecido vegetal para a análise nutricional	58
2.4.6 Análise estatística.....	60
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
2.5.1 Concentração de nutrientes encontrados na parte aérea do mamoeiro na 18ª semana.....	60
2.5.2 Concentração de nutrientes encontrados na parte aérea do mamoeiro na 22ª semana.....	67
2.5.3 Concentração de macronutrientes encontrados no pecíolo do mamoeiro na 70ª semana.....	70
2.5.4 CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS.....	76
CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO ‘TAINUNG 1’ ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO.....	80
3.1 RESUMO.....	81
3.2 ABSTRACT.....	82

3.3	INTRODUÇÃO.....	83
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	86
3.4.1	Localização e delineamento experimental e tratamentos	86
3.4.2	Condução da cultura	90
3.4.3	Colheita dos frutos	93
3.4.4	Características de produção avaliadas	94
3.4.4.1	Número e produtividade de frutos comercializável.....	94
3.4.4.2	Peso médio dos frutos comercializável	95
3.4.5	Análise estatística	95
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	95
3.5.1	Produção acumulada ao longo do ciclo da cultura	95
3.5.2	Número de frutos comercializável acumulados, número de frutos total acumulados e produtividade comercializável acumulada até a 38ª semana após o transplantio	98
3.5.3	Número de frutos comercializável acumulados, número de frutos totais acumulados, massa média de frutos comercializável acumulados e produtividade comercializável acumulada até a 46ª semana após o transplantio	102
3.5.4	Número de frutos comercializável acumulados, número de frutos total acumulados, massa média de frutos comercializável acumulados e produtividade comercializável acumulada até a 61ª semana após o transplantio	106
3.5.5	Número de frutos comercializável acumulados, número de frutos totais acumulados, massa média de frutos comercializável acumulados e produtividade comercializável acumulada até a 70ª semana após o transplantio	112
3.6	CONCLUSÕES.....	113
	REFERÊNCIAS.....	113
CAPÍTULO 4 – QUALIDADE DO FRUTO DO MAMOEIRO ‘TAINUNG 1’ ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO		117
4.1	RESUMO.....	118
4.2	ABSTRACT.....	119
4.3	INTRODUÇÃO.....	120
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	125
4.4.1	Colheita dos frutos	129
4.4.2	Características físico-químicas avaliadas	130
4.4.2.1	Firmeza da polpa (FP).....	130
4.4.2.2	Espessura da polpa (EP) e Cavidade interna (CI).....	130
4.4.2.3	Teor de sólidos solúveis.....	131
4.4.2.4	Potencial hidrogeniônico (pH).....	131
4.4.2.5	Acidez titulável (AT).....	131
4.4.2.6	Relação SS/AT.....	131

4.4.2.7	Ácido ascórbico (AA) - Vitamina C	131
4.4.3	Análise estatística	132
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	132
4.6	CONCLUSÕES.....	137
	REFERÊNCIAS.....	137
	CAPÍTULO 4 - APÊNDICE	143

Capítulo 1
INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera intensamente cultivada no mundo, numa faixa que se estende a 32° de latitude norte e sul. É uma planta que requer clima quente, como o do Brasil e tem uma característica muito importante de ser uma das poucas frutíferas que produzem precocemente e o ano todo.

O Brasil encontra-se em posição de destaque na produção mundial de frutas tropicais. Essa mostra não somente o potencial de participação no cenário do agronegócio de frutas tropicais e seus derivados, mas também o potencial produtivo e de disseminação das fruteiras em seu território, devido às várias condições favoráveis, como disponibilidade de recursos hídricos para a irrigação, possibilidade de expansão de plantio, disposição geográfica apropriada para transportes externos, enorme mercado interno e condições edafoclimáticas apropriadas (LYRA, 2007).

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão, com uma produção de 1,8 milhão de toneladas em 2007, representando 28% do total produzido no mundo, sendo o Nordeste a maior região produtora, destacando-se o estado da Bahia que, em 2007, obteve uma produção de 863,828 mil toneladas em 15,761 mil ha e um rendimento médio de 54,825 Mg ha⁻¹, seguido pelo estado do Espírito Santo, na região Sudeste, com uma área de 8,201 mil ha alcançando produção de 646 mil toneladas e com uma produtividade média de 78,80 Mg ha⁻¹ano⁻¹. O Rio Grande do Norte ficou em terceiro lugar, com uma produção de 89,2 mil toneladas em 1,71 mil ha e um rendimento médio de 52 Mg ha⁻¹, superando a produção do Ceará (IBGE, 2007). Isso se deve ao fato de as maiores empresas produtoras e exportadoras estarem investindo na produção do mamão em nosso estado.

A nutrição do mamoeiro é um dos fatores que mais contribuem para o aumento da produtividade e qualidade do mamão, em razão da elevada exigência nutricional, devido ao seu desenvolvimento rápido e contínuo, com florescimento simultâneo à frutificação e maturação dos frutos. Portanto, necessita-se da adição de fertilizantes, a

fim de atender à demanda nutricional do mamoeiro para proporcionar elevada produção de frutos de boa qualidade.

A importância do N e K para a cultura do mamão foi confirmada num experimento em vasos com solução nutritiva, realizado por Thomas et al. (1995), os quais verificaram, através da técnica do elemento faltante, que esses foram os nutrientes que mais afetaram o desenvolvimento das plantas.

A interação N-K merece destaque, porque o K promove a absorção e utilização do N. Portanto a adubação nitrogenada somente terá máxima eficiência se as plantas também forem supridas com quantidades adequadas de K. Esse aspecto assume importância ainda maior em sistemas intensivos, sob irrigação.

Por fomentar o crescimento vegetativo, quando adicionado em excesso, o nitrogênio é responsável pelo crescimento excessivo da planta em detrimento da produção. Ao potássio é atribuída a responsabilidade da concentração de açúcares e sólidos solúveis no fruto, o que reflete na qualidade. Portanto, o fornecimento equilibrado do nitrogênio e potássio é fundamental para o adequado crescimento, florescimento e frutificação (LYRA, 2007).

Na literatura são escassos trabalhos de avaliação da resposta do mamoeiro à adubação nitrogenada, fosfatada e potássica, principalmente com o mamão Formosa.

A experimentação de campo com a aplicação do nutriente em estudo é a melhor maneira de se estabelecerem critérios para a recomendação de adubação. A carência de informações leva à prática inadequada de adubação e calagem, especialmente quanto aos aspectos de dose, época, fonte e modo de aplicação dos fertilizantes. A prática de programas de adubação sem embasamento experimental, assim como, a utilização de informações definidas sob condições edafoclimáticas diferentes leva, invariavelmente, a algum tipo de prejuízo ao produtor.

Assim, é visível a importância da realização de ensaios e pesquisas que objetivem estudar o comportamento do mamão Formosa submetido a condições diversas, sobretudo, no que se refere aos principais fatores limitantes à produção,

possibilitando a ampliação da capacidade competitiva do mamão brasileiro, com incrementos à produtividade e, por conseguinte, à rentabilidade do produtor.

Em vista do exposto, o objetivo com esse trabalho foi estudar o comportamento nutricional, produtivo e de qualidade dos frutos produzidos por mamoeiro Formosa submetido a diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicadas na adubação de cobertura.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Características da cultura do mamoeiro

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma espécie herbácea, semi-perene, pertencente à família *Caricaceae*, com centro de origem provável no Nordeste da América do Sul, vertente oriental dos Andes, mais precisamente na Bacia Amazônica superior (MEDINA, 1989), tendo se propagado por praticamente todas as regiões do mundo (MOURA; RESENDE, 1986).

Segundo Medina (1989), o mamoeiro é uma frutífera de rápido crescimento, com florescimento precoce e contínuo em um período relativamente curto, atingindo elevada produção de frutos. Começa a florescer de dois a sete meses de idade e a produzir frutos de seis a catorze meses, a contar do plantio no local definitivo. Tais características refletem uma demanda constante por nutrientes, proporcional ao longo do desenvolvimento da planta.

O mamão é um fruto que apresenta respiração do tipo climatérica, ou seja, ocorre, no fim da fase de maturação, aumento na respiração e depois decréscimo. Durante essa fase, há aumento na produção de etileno, o que permite que o fruto amadureça depois de colhido (FERRI, 1985). Um dos principais indicativos do ponto de colheita do mamão é a alteração na cor da casca, mudando de verde para amarela. Essa alteração se deve a uma maior destruição de clorofila, pigmento responsável pela

coloração verde e aumento na síntese de xantofila e carotenóides, que conferem uma coloração amarelada (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

De acordo com Simão (1998), o mamoeiro apresenta sistema radicular pivotante, com raiz principal bastante desenvolvida. O caule é ereto, único, flexível, cilíndrico, com 10 a 30 cm de diâmetro, encimado de folhas grandes, com longos pecíolos fistulosos. As flores podem ser divididas basicamente em três grupos bem diferenciados: flor pistilada ou feminina, flor hermafrodita e flor estaminada ou masculina típica. A propagação do mamoeiro é feita exclusivamente por sementes que ao atingirem 15 a 20 cm de altura, estarão aptas para serem plantadas no campo. Após o florescimento, é feita a sexagem, que consiste em identificar as plantas hermafroditas e eliminar as demais (LYRA, 2007). Normalmente há um período de 150 a 180 dias do florescimento até a maturação dos frutos, dependendo da época do ano e da região.

Embora o mamoeiro se desenvolva nos mais diversos tipos de solos, os mais adequados para o seu plantio são os de texturas médias ou arenoargilosas, com pH variando de 5,5 a 6,7 (OLIVEIRA, 2002). Os solos devem apresentar como principal característica a boa drenagem.

Na cultura do mamão, a planta consome em média 18 litros de água por dia (evapotranspiração de aproximadamente 3,5 mm/dia). Com relação à necessidade hídrica do mamão, as melhores condições para o crescimento e produtividade encontram-se em regiões com precipitação acima de 1200 mm e bem distribuídas durante todo o ano (LYRA, 2007). Como em nossa região não há essa precipitação bem distribuída, a irrigação torna-se obrigatória para uma produção maior e melhor escalonamento da colheita.

Freitas (1979) relata que o mamão possui cerca de 90% de água e 10-12% de açúcares, sais minerais, vitaminas e papaína (enzima proteolítica que possui ação semelhante à da pepsina e tripsina). As vitaminas contidas em quantidades apreciáveis são a do tipo A, B1 e C. O mamão pode ser utilizado de diversas formas, como sucos,

purês, doces, aguardente e *in natura*. Todas essas características citadas são altamente influenciáveis pela nutrição da planta.

1.2.2 O crescimento produtivo do mamoeiro no Brasil e região

No Brasil o mamoeiro é cultivado em quase todos os estados e a produção esta concentrada na Bahia (47,68%), Espírito Santo (35,68%), Rio Grande do Norte (4,9%) e Ceará (4,39 %) os quais respondem por cerca de 92,65% da produção nacional (IBGE, 2007).

Além da grande importância econômica, deve ser ressaltado o aspecto social, como gerador de emprego e renda, absorvendo mão de obra durante o ano todo, pela constante necessidade de manejo, tratamentos culturais, colheita e comercialização, efetuados de maneira contínua nas lavouras, bem como a necessidade de renovação dos plantios, em média, a cada três anos (BENASSI, 2006). Essa fruta é atualmente, produzida em mais de cinquenta países, sendo os dez maiores produtores mundiais, em ordem decrescente: Brasil, México, Nigéria, Índia, Indonésia, Etiópia, Congo, Peru, China e Venezuela (FAO, 2006).

A cultura do mamão no Brasil sustenta-se em uma estreita base genética, sendo bastante limitado o número de cultivares plantadas nas principais regiões produtoras. As cultivares de mamoeiro mais exploradas no Brasil são classificadas em dois grupos, conforme o tipo de fruto: Solo (ex.: Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo Line 72/12) e Formosa (ex.: Tainung n.º 1 e Tainung n.º 2) (DANTAS, 2000). A produtividade média brasileira para as variedades do grupo Solo é de 40 t/ha, enquanto para as variedades do grupo Formosa chega a 60 t/ha, sendo que os frutos das variedades do grupo Formosa têm melhor aceitação no mercado interno e, das variedades do grupo Solo têm boa aceitação nos mercados interno e externo (OLIVEIRA et al., 1995). Contudo, as exportações de mamão do grupo Formosa estão em franco crescimento, especialmente no estado do Rio Grande do Norte.

O Rio Grande do Norte foi considerado pela Associação Brasileira de Exportadores de Papaya (Brapex) uma região promissora, pois vem consolidando sua posição no mercado exportador de mamão a cada ano. Na região envolvendo o município de Mossoró e adjacências, a fruticultura é considerada uma atividade agrícola vocacional, que vem contribuindo de forma decisiva para a expansão da área plantada com mamoeiro nesse estado, bem como do volume de mamão exportado. Entre 2003 e 2007 a área plantada no Rio Grande do Norte passou de 840 a 1.712 ha, correspondendo a um aumento de 104% em 4 anos (IBGE, 2007).

A produção no Rio Grande do Norte ainda é baixa em relação aos Estados da Bahia e Espírito Santo, devido em grande parte, à escassez de estudos sobre a cultura nas condições locais, evidenciando a necessidade de aprimoramento técnico nessas novas regiões produtoras. Dentre as causas da baixa produtividade, a ausência de informações sobre a nutrição e adubação do mamoeiro são apontadas como um dos principais fatores de produção que devem ser melhorados (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2002).

1.2.3 Efeitos e funções dos macronutrientes no mamoeiro

1.2.3.1 O Nitrogênio (N)

É o elemento mais amplamente distribuído na natureza, circulando facilmente entre a atmosfera e organismos do solo (MENGUEL; KIRKBY, 1987). Segundo Raij (1991), são dois os principais mecanismos que garantem a transferência de N para o solo, em condições naturais (sem adubação): transformação do N elementar (N_2) em óxidos por descargas elétricas na atmosfera e fixação direta do N do ar por microorganismos do solo. No solo, o N existe predominantemente em formas orgânicas (cerca de 98%), em uma enorme variedade de compostos, sendo que só uma

pequena parte do N total do solo encontra-se nas formas minerais de amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-).

As plantas podem absorver e metabolizar N nas formas de NO_3^- ou de NH_4^+ , sendo o nitrato a forma preferencial, mesmo quando se fornece adubo amoniacal, devido a oxidação microbiana do amônio no solo. A absorção do amônio se dá melhor em meio com pH neutro, sendo reduzida quando há queda deste. Já o nitrato é mais bem absorvido em meio com pH baixo. A absorção de nitrato pode ser competitivamente reduzida pelo amônio, mas o nitrato não interfere na absorção de amônio (MENGUEL; KIRKBY, 1987).

O N é translocado no xilema para a parte aérea das plantas, na forma dependente de como foi absorvido. Praticamente todo o NH_4^+ absorvido é assimilado nos tecidos das raízes e redistribuído como aminoácidos (de baixa relação C/N). Já o NO_3^- pode ser translocado das raízes para as folhas sem alteração. Nitrato e aminoácidos são, portanto, as formas em que o N é translocado no sistema vascular das plantas. Nos tecidos da planta, o N é inicialmente reduzido à forma nítrica (NO_3^-) e então entra no metabolismo gerando principalmente aminoácidos (MENGUEL; KIRKBY, 1987). Além dos aminoácidos (e, por conseguinte as proteínas), o N entra também na composição de bases nitrogenadas, coenzimas, pigmentos e vitaminas (FAQUIM, 1994). Do N total, cerca de 80 a 85% se encontram na forma de proteínas, cerca de 10% em ácido nucléico e cerca de 5% nas formas solúveis (aminoácidos livres, amins, amidas) (MENGUEL; KIRKBY, 1987). A importância da redução e assimilação do nitrato para a vida das plantas se compara à importância da assimilação do CO_2 na fotossíntese (MARSCHNER, 1988).

Elevado conteúdo de nitrato nas plantas indica desbalanço entre o suprimento e a demanda para crescimento. Isso é antieconômico quanto ao uso do N e indesejável nutricionalmente. O excesso de nitrito formado a partir desse nitrato pode contaminar alimentos, causando riscos de desenvolvimento de metahemoglobina em crianças,

substâncias carcinogênicas em seres humanos e toxidez em ruminantes (MARSCHNER, 1988).

O N é facilmente redistribuído nas plantas via floema e em plantas deficientes, há proteólise e redistribuição dos aminoácidos, o que resulta no colapso dos cloroplastos com decréscimo no conteúdo de clorofila. Por essa razão, o amarelecimento das folhas velhas é o primeiro sintoma de uma inadequada nutrição da planta (FAQUIM, 1994). Há redução no crescimento das plantas que apresentam troncos delgados, folhas pequenas e as mais velhas caindo prematuramente. A deficiência de N também afeta o crescimento radicular e particularmente sua ramificação. A senescência precoce provavelmente está relacionada com a redução da síntese e translocação de citocininas, que é um promotor de crescimento vigoroso e manutenção do período juvenil (MENGUEL; KIRKBY, 1987).

Inicialmente, as áreas entre as nervuras das folhas mais velhas tornam-se verde-claras, principalmente entre as nervuras principais. Nas folhas jovens, aparecem estádios iniciais de amarelecimento, que com o tempo se expandem para todas as folhas com a manifestação da cor amarelada. Nas folhas mais velhas pode ocorrer necrose com o centro marrom e margens púrpuras. Quando a planta está uniformemente amarelada, a deficiência de N se assemelha à deficiência de enxofre (S) com a diferença de que para o S os sintomas se iniciam nas folhas mais novas.

O N é o segundo nutriente mais exigido pelo mamoeiro, sendo sua absorção crescente e constante durante o ciclo da planta. É um elemento que fomenta o crescimento vegetativo, não podendo faltar nos primeiros 5 a 6 meses após o plantio.

O excesso de N na planta ocasiona o maior crescimento vegetativo do mamoeiro, aumentando os espaços entre os frutos além do amolecimento da polpa do mamão, característica indesejável para a qualidade do fruto (INCAPER, 2009).

As principais formas de perdas dos adubos nitrogenados são: a lixiviação e a volatilização. Portanto, de maneira geral, a eficiência agrônômica dos fertilizantes nitrogenados pode ser consideravelmente aumentada com a fertirrigação.

1.2.3.2 O Potássio (K)

A quantidade de K presente na solução do solo é insuficiente, muitas vezes, para atender às exigências da cultura por mais de um dia de cultivo. Portanto, principalmente considerando a grande exigência por esse nutriente, o K da solução do solo tem de ser continuamente suprido pelo K da fase sólida. Em termos práticos, o poder tampão do solo para K é muito mais importante para a sua disponibilidade do que a concentração desse nutriente na solução e aqui o K trocável assume papel de destaque (VALE et al., 1993).

O K é absorvido na mesma forma iônica que ocorre no solo: K^+ . Como é bastante permeável nas membranas plasmáticas, é facilmente absorvido e transportado a longas distâncias tanto no xilema quanto no floema. Não faz parte de nenhum composto orgânico e mais de 75% de seu total se encontra na forma solúvel (MENGUEL; KIRKBY, 1987).

Assim como o P, o K depende largamente da difusão para chegar na superfície das raízes, todavia, como a concentração de K é muito maior que a de P, sua dependência na difusão é menos crítica. De qualquer forma, os fatores que afetam a difusão afetam a disponibilidade de K (VALE et al, 1993). Um dos aspectos importantes para a difusão é o teor de água no solo, que, quando é reduzido, dificulta a absorção dos elementos dela dependentes (RAIJ, 1991).

Em presença de teores mais elevados de Ca^{+2} e Mg^{+2} no solo, os mesmos teores de K trocável podem se revelar menos disponíveis para certas culturas (RAIJ, 1991). Sob condições de reduzida taxa de nitrificação, o predomínio da forma amoniacal (NH_4^+) na solução do solo pode reduzir em cerca de 50% a absorção de K. Em solos mal drenados, o excesso de Fe^{+2} na solução também pode inibir a absorção de K. É importante lembrar a presença dos cátions alumínio em solos ácidos e do sódio em solos salinos.

O K é responsável pela manutenção da turgescência celular, controle da abertura e fechamento dos estômatos e osmorregulação celular. É requerido para a síntese de proteínas, para o metabolismo dos carboidratos e lipídios, sendo ativador de um grande número de enzimas. Em plantas deficientes em K, a síntese protéica, fotossíntese e expansão celular são impedidas e ocorre a morte da célula. O K move-se livremente no floema e é exportado das folhas mais velhas para as mais novas, razão pela qual o sintoma de deficiência se manifesta primeiramente nas folhas mais velhas (INCAPER, 2009). Deficiência severa afeta o ponto de crescimento da planta.

O K é o nutriente mais requerido pelo mamoeiro, sendo exigido de forma constante e crescente durante todo o ciclo da planta. Possui importância particular após o estágio de florescimento e frutificação, por proporcionar frutos maiores, com teores mais elevados de açúcares e sólidos solúveis (melhor qualidade do fruto). A relação N/K₂O é de grande importância para o mamoeiro, por afetar a qualidade do fruto. Recomenda-se que nas adubações os fertilizantes apresentem relações N/K₂O próximas a 1, pois tem-se observado que uma relação alta pode proporcionar casca fina, frutos moles, sabor alterado, crescimento excessivo da planta e frutos muito distanciados. Em uma relação equilibrada, os frutos se apresentam doces e com polpa mais consistente (OLIVEIRA et al., 2004).

Plantas de mamão deficientes em K apresentam uma redução drástica no número de folhas e frutos, menor diâmetro do tronco e folhas com pecíolo inclinado para baixo e de cor amarelo-esverdeada, com leve necrose das margens, além de menor teor de açúcares e sólidos solúveis (VITTI, 1988). A quase totalidade do K consumido na agricultura brasileira é fornecida na forma de KCl.

1.2.3.3 O Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Sódio (Na)

Dos três macronutrientes, o P é o exigido em menores quantidades pela planta, entretanto é o nutriente mais usado em adubação no Brasil, tanto pela carência

generalizada dos solos como por ter forte interação com o solo (FAQUIM, 1994). É o macronutriente de maior imobilidade no solo (MENGUEL; KIRKBY, 1987).

O P é essencial para o crescimento da planta e está envolvido na maioria dos processos metabólicos, estando presente também nos processos de transferência de energia (RAIJ, 1991). Apresenta maior importância na fase inicial do desenvolvimento radicular, sendo necessário adubar as plantas jovens com fósforo prontamente disponível tem efeito sobre a fixação do fruto na planta. Os sintomas de deficiência se espalham das folhas mais velhas para as folhas mais novas (OLIVEIRA et al., 2004). Uma adubação deficiente em P ocasiona o retardamento do sistema radicular do mamoeiro, assim como da parte aérea, fatores básicos para o desenvolvimento das plantas (Cruz, 1994).

A maior resposta pelas plantas à aplicação de P ocorre na fase inicial do crescimento, pois o acúmulo de matéria seca é grande e o P absorvido nesta fase pode chegar a 50% do total que é absorvido em todo o ciclo (BLACK, 1968, apud CRUZ, 1994).

O Ca é o terceiro nutriente mais requerido pelo mamoeiro e também se acumula de forma crescente e uniforme, promovendo crescimento e multiplicação das raízes (OLIVEIRA et al., 2004). É absorvido como Ca^{+2} e o alto conteúdo encontrado nas plantas se deve a sua alta concentração na solução do solo e não à eficiência de absorção das plantas. Geralmente sua concentração na solução do solo é bem maior (em média 10 vezes) que a concentração de K^+ , apesar de ser absorvido em quantidades menores. Sua absorção pode ser reduzida competitivamente por altas concentrações de outros cátions como K^+ , Mg^{+2} e NH_4^+ no meio, que são absorvidos rapidamente pelas raízes. A taxa de redistribuição do Ca é muito pequena, devido a sua baixíssima concentração no floema e, ao contrário do K, a maior parte do Ca encontrado nas plantas está em formas insolúveis (MENGUEL; KIRKBY, 1987). Um típico sintoma de deficiência deste nutriente é a desintegração da parede celular e o colapso de pecíolos e das partes mais novas do caule (FAQUIM, 1994).

O transporte do Mg por fluxo de massa quase sempre é suficiente para suprir a exigência das plantas, mas ocorre também a interceptação radicular (VALE et al., 1993). Na solução do solo, o Mg^{+2} normalmente é observado em quantidades superiores às de K^+ , porém absorvido em menores quantidades. Portanto, tanto a absorção quanto o transporte podem ser restringidos competitivamente por um excesso de outros cátions, principalmente K^+ , Ca^{+2} e NH^{4+} . Baixo pH também reduz a absorção de Mg, não apenas pela baixa disponibilidade do elemento em condições ácidas, mas por um efeito direto do pH. O nitrato tem uma influência benéfica na absorção de Mg (MENGUEL; KIRKBY, 1987).

O transporte do Mg^{2+} das raízes para a parte aérea ocorre pelo xilema via corrente transpiratória, basicamente na forma como foi absorvido e ao contrário do Ca e de modo semelhante ao que ocorre com o K, o Mg é muito móvel no floema (FAQUIM, 1994). Os frutos e tecidos de reserva, que são altamente dependentes do floema para seu suprimento mineral, são assim muito mais ricos em K e Mg que em Ca (MENGUEL; KIRKBY, 1987). Esse elemento é mais sujeito à remoção nas colheitas sucessivas de grãos e frutos (VALE et al., 1993).

O Na estimula o crescimento de algumas espécies de planta, devido à importância deste elemento no processo de expansão celular e balanço hídrico, substituindo o potássio em alguns processos metabólicos, pelo acúmulo de íons de Na (soluto) nos vacúolos e ao mais rápido fechamento dos estômatos das plantas supridas de Na e K em relação às plantas supridas unicamente de K (MARSCHNER, 1995)

1.2.4 Exigências nutricionais do mamoeiro

O mamoeiro é uma planta de crescimento, florescimento e frutificação constantes e, por conseguinte, é constante sua demanda por nutrientes (SOUZA et al., 2000). Desse modo, para atender às exigências nutricionais do mamoeiro, o solo deverá ser capaz de fornecer os nutrientes na época certa, e a planta, por sua vez,

deverá ter a capacidade de aproveitá-los em seu meio de crescimento. As recomendações de adubação para a cultura variam, consideravelmente, de uma região para outra, tanto na quantidade de nutrientes aplicada quanto no parcelamento das adubações (MARINHO, 1999).

A expressão “exigência nutricional” refere-se às quantidades de macro e micronutrientes que uma cultura retira do solo, do adubo e do ar para atender as suas necessidades, para crescer e produzir adequadamente (FAQUIM, 1994). Segundo Medeiros e Oliveira (2007), a quantidade exigida é em função dos teores no material vegetal e do total de matéria seca produzida. Para que a planta tenha uma nutrição equilibrada, todos os nutrientes devem estar disponíveis na solução do solo durante todo o ciclo da cultura (MALAVOLTA, 1980).

As exigências nutricionais, em função da taxa de crescimento, da demanda da cultura e do suprimento de nutrientes, variaram entre plantas de distintas cultivares. Por isso, a matéria seca das folhas do mamoeiro apresenta conteúdos diferentes de macro e micronutrientes entre os diversos autores. Para Malavolta (1980), Prezotti (1992), Malavolta et al. (1997) e Campostrini et al. (2001) o acúmulo de macronutrientes obedece à seqüência: $N > K > Ca > Mg > P > S$.

Segundo Marinho (2007), na literatura são encontrados níveis críticos para todos os nutrientes no mamoeiro, a qual informa as faixas de teores adequados no limbo e pecíolo foliares. A Tabela 1 apresenta os teores de nutrientes no limbo e no pecíolo foliar do mamoeiro, considerados adequados para alguns autores.

Tabela 1 - Teores críticos de nutrientes, considerados adequados por diferentes autores, na matéria seca do limbo e pecíolo foliares do mamoeiro.

Nutrientes	Pecíolo				limbo		
	1	2	3	4	5	3	4
g kg ⁻¹							
N	10-12	10-25	23,3	10	51,5-53,1	61,7	45-50
P	2,5-3,0	2,2-4	3,4	3	4,5-5,0	5,3	5-7
K	40-50	33-55	94,8	25-30	24,7-29,8	29,2	25-30
Ca	15-20	10-30	8,2	15	18,7-25,3	10,8	20-22
Mg	4-5	4-12	3,5	4	9,2-12,4	7,2	10
S	2,5-3		2,1	-	4,84,9	5,3	4-6

1) Costa et al. (2001); 2) Raij , (1991); 3) Vitti et al. (1988); 4) Malavolta et al. (1997).
5) Costa et al. (1995);

Na avaliação das exigências nutricionais é importante determinar além das quantidades extraídas (raiz + parte aérea) e exportadas (flores + frutos), também as épocas de maior demanda dos nutrientes (VITTI et al., 1988). Plantas de diferentes genótipos de mamoeiro apresentam variabilidade na absorção e acumulação de nutrientes nas folhas.

Do primeiro ao sexto mês, a planta precisa principalmente de N, que não pode faltar neste período; e do sétimo em diante, os maiores requerimentos são em N e K. As adubações com P podem ser menos freqüentes que as com N e K, recomendando-se alternar formulações NK e NPK, nas adubações em cobertura (SOUZA et al., 2000).

Viégas et al. (1998) avaliaram a resposta do mamoeiro (Sunrise Solo) irrigado com doses de N fornecidas na forma de uréia, observaram que a dose de 343 g de N/planta/ ano (parcelada em 5 vezes) possibilitou a máxima produção de frutos de mamão (28 t/ha) e com a dose de 332 g de N/ planta foi obtido o máximo retorno econômico. Freitas et al. (2000) trabalhando com as doses 240, 480 e 960 kg/ha/ano de

N, também na forma de uréia, fornecidas via fertirrigação a mamoeiros 'Solo', observaram que as características de crescimento, produtividade inicial e as características químicas dos frutos não foram influenciadas pelos tratamentos.

Marinho (1999) constatou que houve aumento dos teores de N nos limbos e pecíolos das folhas de mamoeiro, acompanhado de um aumento no diâmetro de caules e produção de frutos em função do aumento nas doses de N, quando utilizados 10, 20 e 30 g de N/ planta/ mês. Trabalhando com fontes de N, esta autora observou que a adubação com nitrato de amônio promoveu maior produção de frutos, com maior teor de vitamina C, em relação à adubação com sulfato de amônio.

Adubação com excesso de N pode aumentar a incidência de frutos de mamoeiro deformados (carpelóides) e/ou polpa pouco consistente e sabor alterado (MARIN et al., 1995). Segundo Vitti (1988), o excesso de N provoca crescimento vegetativo excessivo em detrimento da produção, além de diminuir proporcionalmente o conteúdo de sólidos solúveis do fruto. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), para o mamoeiro, o potássio e o nitrogênio aumentam os teores de sólidos solúveis, o tamanho do fruto e a espessura da polpa com melhor aspecto e resistência dos frutos. No entanto, os mesmos autores citam que quando ocorre excesso desses nutrientes há modificação nas características de qualidade, reduzindo a espessura da casca, causando aspecto aquoso, polpa mole e sabor insípido.

Fernandes et al. (1992) verificaram uma redução na porcentagem de sólidos solúveis na polpa do mamão em função de aumentos na taxa de adubação nitrogenada. No entanto, Viégas (1997) observou um aumento da produção de frutos em função da adubação nitrogenada sem que houvesse perdas de peso ou diminuição na porcentagem de sólidos solúveis do fruto.

A relação entre nutrientes que mais afeta a produção e a qualidade do mamoeiro é a relação N/K₂O (VITTI et al., 1988). Na adubação de cobertura, a manutenção do equilíbrio N/K₂O é fundamental para a obtenção de frutos com boa qualidade comercial, além de elevar a produtividade (SOUZA et al., 2000). Em

períodos de chuvas fortes, devem-se utilizar fórmulas de adubo com menos N, assim como aumentar o número de parcelamentos. Além disso, é atribuída à relação N/K₂O grande importância na produção e qualidade da cultura. Embora a quantidade de K utilizada seja dependente dos níveis desse elemento no solo, em geral, a relação N/K₂O na formação do plantio deve ser em torno de 1/1, enquanto na produção é de 1,5/2 ou 2/3 (SOUZA et al., 2000).

A importância do equilíbrio nutricional, durante todo o ciclo da planta, foi considerada por Malavolta (1980) fundamental para se obter alta produtividade e, para isso, cada nutriente deve estar disponível na solução do solo em quantidades e proporções adequadas.

A recomendação de adubação com base em critérios eficientes de diagnose nutricional constitui um dos maiores desafios para os pesquisadores da área de solos e nutrição de plantas, que utilizam conhecimentos de fisiologia e nutrição de plantas para estabelecer um programa que utiliza o diagnóstico nutricional para identificar essas relações críticas e, em seguida, fazer a recomendação de adubação.

1.2.5 Absorção e exportação de macronutrientes

As informações sobre a absorção e exportação de nutrientes são de fundamental importância para uma recomendação adequada de adubação, contribuindo com informações para determinação de quanto e quando aplicar os fertilizantes nos campos produtores de mamão.

Cunha (1979) após a realização de um ensaio, concluiu que as concentrações dos nutrientes nos órgãos aéreos são instáveis e variam em função da idade da planta e época de amostragem. A absorção de nutrientes pela parte aérea é crescente durante o primeiro ano da cultura, atingindo absorção máxima no décimo segundo mês. Em cultura de um ano, a absorção de nutrientes pela parte aérea obedece à seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > S > P.

A exportação de nutrientes é representada pela quantidade do elemento que está no fruto, e serve para a recomendação da adubação de manutenção da cultura. Neste aspecto, o K e o N são os dois nutrientes mais exportados pelo mamão, devendo ser fornecidos periodicamente. Cunha (1979) relata que as quantidades de nutrientes exportadas através da colheita, por tonelada de frutos, obedecem à seguinte ordem: $K > N > Ca > P > S > Mg$. Segundo Raij et al. (1997), o conteúdo aproximado de macronutrientes em frutos para uma faixa de produtividade de 30-40 t ha⁻¹ são: 1,8 de N; 0,3 de P; 1,6 de K e 0,2 g kg⁻¹ de S.

Segundo Costa e Costa (2007), os níveis dos nutrientes em g kg⁻¹ na folha recém madura do mamoeiro considerados adequados para o mamoeiro do grupo Formosa no Estado do Espírito Santo são: N - 11,0; P - 1,4; K - 24,8; Ca - 12,3; Mg - 2,7; S - 2,5 e em mg kg⁻¹ o Fe - 34,0; Zn - 13,0; Mn - 5,0 B - 26,0 Cu - 6,0. Esses resultados são de lavouras de alta produtividade consideradas de referência para o mamoeiro do grupo Formosa que ainda está sendo avaliado pela INCAPER.

Coelho et al. (2004), avaliando doses crescentes de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação e lâminas de irrigação para o mamoeiro 'Tainung 1' nas condições de Tabuleiros Costeiros em Cruz das Almas, verificaram que os efeitos do aumento das doses de nitrogênio e potássio foram superiores aos promovidos pelas variações de lâminas aplicadas, e que as melhores produtividades do mamoeiro corresponderam à aplicação de 490 kg ha⁻¹ (250g por planta) de nitrogênio e potássio, quantidades superiores às recomendadas para aplicação via solo.

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta, em cada estágio de desenvolvimento, fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação da cultura, ou seja, as curvas de absorção refletem o que a planta necessita, e não o que deve ser aplicado, sendo necessário considerar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, que é variável segundo as condições climáticas, o tipo de solo, o sistema de irrigação, o manejo da cultura entre outros fatores (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007).

1.2.6 Adubação e fertirrigação

A adubação é uma técnica muito utilizada, em especial com macronutrientes, e que dá aos produtores um excelente retorno econômico. Porém, ela é utilizada muitas vezes indiscriminadamente, sem qualquer cautela, o que pode ser danoso à planta, ao solo, e principalmente, causar maior custo ao produtor. Para a maximização do retorno do uso dessa tecnologia, devem-se levar em conta vários fatores, como sistema radicular da planta, nutrição mineral (acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de nutrientes, desenvolvimento fenológico da planta, variação sazonal da concentração foliar de nutrientes, funções e sintomas de deficiência dos nutrientes), tipo de solo, amostragem de solo e folhas, fertilizantes a serem utilizados, correção da acidez do solo, produtividade esperada, dentre outros (SARZI; CAMACHO, 2004).

A análise de solo constitui-se na principal ferramenta de avaliação da fertilidade e as informações obtidas através dela, combinadas com informações da análise de folhas e da literatura, dão subsídios para o estabelecimento de programas de adubação adequados à exploração econômica de cada cultura. Podemos dizer que a adubação começa com a análise química do solo, continua com a correção da acidez do solo e termina com aplicação do adubo. As amostras devem ser retiradas da faixa adubada (geralmente na projeção da copa) (SARZI; CAMACHO, 2004).

O solo é um sistema complexo, de natureza física, química e mineralógica variável, que, além da função de sustentação das plantas, tem um importante papel na disponibilidade de nutrientes em funções das relações de trocas existentes no solo, que em última análise, interfere como fonte de nutrientes (COSTA; COSTA, 2007)

No sistema de irrigação localizado, o volume de água aplicado é reduzido e restrito a uma pequena parcela do solo ocupado por um sistema radicular ativo, reduzindo-se a perda de água por evaporação e drenagem profunda; além disso, pode permitir a aplicação localizada de nutriente via água de irrigação, minimizando o uso destes insumos (COELHO FILHO et al., 2007).

A irrigação por gotejamento proporciona uma maior uniformidade de distribuição de fertilizante, além de menor possibilidade de lixiviação, principalmente para aqueles de maior mobilidade no solo. O sistema radicular pouco desenvolvido nos primeiros meses consegue absorver os fertilizantes aplicados via gotejamento, isso porque são diluídos em água e depositados junto ao sistema radicular. Segundo Coelho Filho et al. 2007, a alta eficiência de irrigação proporciona alta eficiência da fertirrigação. A eficiência do uso do nitrogênio, fósforo e potássio no gotejamento é 75-85, 25-35 e 80-90% respectivamente. O potássio apresenta maior eficiência por ser menos móvel que o nitrogênio.

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação consiste no uso racional dos fertilizantes na agricultura irrigada. Uma vez que aumenta a sua eficiência, reduz a mão-de-obra e o custo de energia do sistema de irrigação; permite flexibilizar a época de aplicação dos nutrientes, que pode ser fracionada conforme a necessidade da cultura nos seus diversos estádios de desenvolvimento e resulta em máxima eficiência na fertilização via água, pois a injeção dos fertilizantes é feita diretamente na zona de maior concentração de raízes, onde o sistema radicular é mais ativo (MARTINS et al., 2003).

O nitrogênio é o elemento mais freqüentemente aplicado via água de irrigação, apresentando alta mobilidade no solo e, conseqüentemente, alto potencial de perdas, principalmente por lixiviação de nitrato. Com o uso dessa técnica, pode-se parcelar a aplicação dos fertilizantes nitrogenados de acordo com a demanda das culturas, reduzindo as perdas sem onerar o custo de produção. Por ser um nutriente altamente móvel no solo e requerido em quantidades relativamente elevadas, deve merecer especial atenção em sistemas de cultivo irrigados, visando aumentar a eficiência de sua utilização. Portanto, além de se quantificar níveis adequados de água e nitrogênio, é necessário conhecer a magnitude e a velocidade das transformações desse nutriente no solo (COELHO et al., 1994). O nitrogênio é um macronutriente essencial e, devido à grande suscetibilidade às condições ambientais e ao papel que desempenha no aumento

e queda de produção, é um elemento que apresenta as maiores dificuldades de manejo de produção agrícola (SOUZA et al., 2005).

A irrigação e a fertirrigação são importantes no desenvolvimento de culturas, na produtividade e na qualidade do produto (BAR-YOSEF, 1999). Segundo Cote et al. (2003), o conhecimento das propriedades do solo permite planejar a implantação e as estratégias de manejo da fertirrigação. A aplicação de água, o transporte dos nutrientes, a distribuição de raízes, o local de instalação dos emissores, além das doses aplicadas e sua frequência resultarão em aumento da produtividade e em redução de impactos negativos da irrigação, quando bem planejados. De acordo com Coelho Filho et al 2004, trabalhando com a cultivar Tainung nº 1, as fertirrigações podem ser realizadas a cada três dias ou semanalmente, sem prejuízos no crescimento das plantas.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Palotti, 2002 p. 104-106.

BAR-YOSEF, B. Advances in fertigation. *Advances in Agronomy*, San Diego, v.65, n.1, p.1-65, 1999.

BENASSI, A. C. **A Economia do Mamão**: informes sobre a produção de mamão. 2006. Disponível em:< [http:// www.todafruta.com.br/todafruta](http://www.todafruta.com.br/todafruta)> Acesso em: 18 abr. 2007

CAMPOSTRINI, E.; MARINHO, C. S.; YAMANISHI, O. K.; MATOS, A. T. de. Teores de nutrientes e produção do mamoeiro cultivado em duas profundidades efetivas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP. v.23, n.1, p. 97-101, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós – colheita de frutos hortaliças**: Fisiologia e Manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COELHO FILHO, M. A.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. **Transpiração máxima de plantas de mamão (carica papaya L.) em pomar fertirrigado, nas**

condições de Cruz das Almas BA. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L. F. da S.; **Fontes e frequências de aplicação de nitrogênio via água de irrigação no mamoeiro.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 3p. (Comunicado Técnico, 111).

COSTA, A. N. **Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya L.*) no Estado do Espírito Santo.** 1995. 93 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

COSTA, A.N.; COSTA, A.F.S.; FULLIN, E.A. Frutíferas. In: DADALTO, G.G.; FULLIN, E.A. (Ed.) **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo (4ª Aproximação).** Vitória: SEEA/INCAPER, p. 126-169, 2001

COSTA, A. N. da; COSTA, A. de F. S da. Diagnóstico e recomendação de adubação para o mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. de F. S. da C. (Ed). **Manejo, qualidade e mercado do mamão.** Vitória: Incaper, 2007. p. 15-26.

COTE, M. C.; BRISTOW, K. L.; CHARLESWORTH, P. B.; COOK, F. J.; THORBURN, P. T. Analysis of soil wetting and solute transport in subsurface trickle irrigation. **Irrigation Science**, Heidelberg, v.22, n.3-4, p.143-56, 2003.

CRUZ, L. A. de. **Desenvolvimento inicial do mamoeiro relacionado à disponibilidade de fósforo no solo.** Botucatu: ESALQ, 1994. 96 p. (Dissertação de Mestrado).

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.

DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: TRINDADE, A. V. (org.) **Mamão. Produção: aspectos técnicos.** Brasília: EMBRAPA - Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.15 (Frutas do Brasil, 3).

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Disponível em: <<http://www.faostat.org.br>> Acesso em: 20 nov.2006.

FAQUIM, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1994. 227p.

FERNANDES; D. M.; CORREA, L. S.; FERNANDES, F. M. Efeito da Adubação nitrogenada e fosfatada em mamoeiro (*Carica papaya* L.) 'Solo' cultivado com irrigação. **Científica**.v.18, p.1-8, 1992.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: EPU, 1985. v.1, 362p

FREITAS, J. de A. O.; CRISÓSTOMO, L. A.; LIMA, R. N. de; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T. Crescimento e produção inicial do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em resposta a doses de nitrogênio aplicadas via água de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. p. 373. CD-Ron.

FREITAS, J. M. de O. **A cultura do mamão havaí**. Belém: Emater, 1979. 24 p.

IBGE. 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>> Acesso em 05 jan. 2009.

INCAPER - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Produção Integrada de mamão**. Disponível em:<www.incaper.es.gov.br/pi-mamao/nutricao> acesso em: 22 abr. 2009.

LYRA, G. B. Estimativa dos níveis ótimos econômicos de irrigação e de adubação nitrogenada nos mamoeiros (*Carica papaya* L.) Cultivar Golden e do híbrido UENF Caliman 01. 2007. 160 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2007.

MALAVOLTA, E. Exigências nutricionais do mamoeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., 1980. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNES, 1980. p.103-126.

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

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. S.; FULLIN, E. A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos**

solo e formosa no Estado do Espírito Santo. 4. ed. rev. ampl. Vitória: EMCAPAR, 1995. 57p. (Circular Técnica, 3).

MARINHO, A. B. **Respostas dos mamoeiros cultivar golden e do híbrido Uenf/Caliman01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio.** 2007. 125 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2007.

MARINHO, C. S. **Avaliação do estado nutricional e adubação do mamoeiro (Carica papaya L.) no Norte Fluminense.** 1999. 80 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, RJ, 1999.

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

MARSCHNER, H.M. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** 2. ed. London: Academic Press, 1988. 889p.

MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da. (Ed.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção.** Vitória: Incaper, 2003. 497p.

MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. de A. Fertirrigação na cultura do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. de F. S. da C. (Ed). **Manejo, qualidade e mercado do mamão.** Vitória: Incaper, 2007. p. 43-61.

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

MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** 4. ed. Bern, Switzerland: Lang Druck, 1987. 685 p.

MOURA, P. A. M. de; RESENDE, L. M. A. Aspectos econômicos da cultura do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.134, p. 3-7, 1986.

OLIVEIRA, A. M. G. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**, Cruz das Almas, BA, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p.114-121.

OLIVEIRA, A.M. G.; OLIVEIRA, M. de A. **Identificação das flores do mamoeiro para o desbaste de plantas.** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1995. 2p. (Circular Técnica, 2).

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

PREZOTTI, L. C. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, 1992. 73p. (Emcapa Circular Técnica, 12).

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343 p.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

SARZI, I; CAMACHO, M. **Nutrição e adubação do mamoeiro**. 2004. Disponível em:< http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp> acesso em 21 jul. 2009.

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

SOUZA, T. V.; COELHO E. F.; PAZ V. P. da S.; COELHO FILHO M. A. ; CRUZ J. L. Produtividade do mamoeiro tainung 01 sob cinco combinações de aplicação de fontes nitrogenadas ao longo do ciclo. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA. A. N. (Ed). **Mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória: Incaper, 2005. p. 344-346.

VALE, F. R. do; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. de. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: ESAL Gráfica Universitária, 1993. 171 p.

VIÉGAS, P. R. A. **Teores de nitrogênio em tecidos foliares, produção e qualidade de frutos de mamoeiro, em função da adubação nitrogenada**. 1997. 62 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

VIÉGAS, P. R. A.; SOBRAL, L. F.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; D'ARAÚJO COUTO, F. A.; CARVALHO, E. X. Teores de nitrogênio em tecidos foliares associados à produção máxima de frutos de mamoeiro. In. CONGRESSO

BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., 1998. Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA, 1998. P. 503.

VITTI, G. C.; MALAVOLTA, E.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. do; MARIN, S. C. O. Nutrição e adubação do mamoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: UNESP/FCAV, 1989. p.121-159.

Capítulo 2

NUTRIÇÃO DO MAMOEIRO 'TAINUNG 1' ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

NUTRIÇÃO DO MAMOEIRO 'TAINUNG 1' ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

RESUMO

Os trabalhos de pesquisa com fertirrigação em mamoeiro concentram-se na determinação de doses de N e K mais adequado à cultura, de fontes de fertilizantes nitrogenados e de frequência de aplicação de nutrientes. No Estado do Rio Grande do Norte se desconhecem trabalhos que estudem dose correta de nitrogênio e potássio que deve ser aplicado na adubação, uma vez que as recomendações existentes são de outros estados. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de N e K₂O para uma melhor nutrição do mamoeiro Formosa no município de Baraúna (RN). O experimento foi desenvolvido com mamão (*Carica papaya* L.), do grupo Formosa, cultivar 'Tainung 1'. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com duas repetições, utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III modificada por Leite (1984), sendo compostos da combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e potássio aplicado em cobertura (fertirrigação e de forma convencional), usando como fontes a uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos (N₁K₁=10%-10%; N₁K₂=10%-60%; N₂K₁=60%-10%; N₂K₂=60%-60%; N₂K₄=60%-140%; N₃K₃=100%-100% (dose aplicada pela Fazenda WG); N₄K₂=140%-60%; N₄K₄=140%-140%; N₄K₅=140%-190%; N₅K₄=190%-140%). Três plantas foram utilizadas na determinação destrutiva, sendo coletado tecido das diferentes partes da planta para análise nutricional. Os teores de nutrientes encontrados no limbo e no pecíolo nos três períodos analisados estiveram sempre na faixa ou acima do padrão recomendado para o mamoeiro, com exceção do P no limbo e pecíolo e do K no limbo (18 e 22 semanas), que apresentaram teores abaixo do recomendado, tendo como base as recomendações existentes na literatura para limbo e pecíolo. Os pontos de máximo encontrados em resposta às doses de N e K aplicadas foram absorções de luxo, exceto para o P. Os teores médios de nutrientes acumulados no pecíolo variaram ao longo do ciclo conforme a exigência da planta e o aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicadas.

Palavras-chave: *Carica papaya*. Adubação. Nutrição.

NUTRITION OF PAPAYA 'TAINUNG 1' FERTILIZED WITH NITROGEN AND POTASSIUM

ABSTRACT

The research works with fertirrigation on papaya concentrate on the determination of appropriate doses of N and K to the culture, sources of nitrogen fertilizers and frequency of application of nutrients. In the State of Rio Grande do Norte are unknown works studying the correct dose of nitrogen and potassium that should be applied in fertilization, since the existing recommendations are from other states. Within this context, it was aimed to evaluate the effect of different doses of N and K₂O to better nutrition of papaya Formosa in the county of Baraúna (RN). The experiment was conducted with papaya (*Carica papaya* L.), the Formosa group, cultivar Tainung 1'. The experimental design was randomized blocks with two replications, using for treatments composition the experimental Plan Puebla III matrix modified by Leite (1984), being composed of a combination of two factors, nitrogen and potassium doses applied in covering (fertirrigation and conventional form), using sources such as urea and potassium chloride, respectively, resulting in 10 treatments (N₁K₁ = 10%-10%; N₁K₂ = 10%-60%; N₂K₁ = 60%-10% ; N₂K₂ 60%-60%; N₂K₄= 60%-140%; N₃K₃ = 100%-100% (dose applied for WG Farm); N₄K₂ = 140%-60%; N₄K₄ = 140%-140%; N₄K₅ = 140%-190% and N₅K₄= 190%-140%. Three plants were used in determining destructive, where it was collected tissue from different parts of the plant for nutritional analysis. The nutrients contents found in the leaf blade and the petioles in the three analyzed periods were always in the range or above the recommended standard for papaya, with the exception of P in the leaf blade and petiole and K in the leaf blade (18 and 22 weeks), which showed levels below the recommended, based on the recommendations in the literature for leaf blade and petiole. The maximum points found in response to N and K doses applied were absorptions of luxury, except for P. The average levels of accumulated nutrients in the petiole varied during the cycle as the requirement of the plant and the increase of nitrogen and potassium doses applied.

Keywords: *Carica papaya*. Fertilizing. Nutrition.

2.3 INTRODUÇÃO

As quantidades absorvidas de nutrientes pela planta e as concentrações encontradas em folhas, caule e pecíolo dependem de muitas variáveis, tais como: fertilidade do solo, níveis de adubação, fontes de nutrientes, manejo de água, estágio fenológico da cultura e época do ano. Segundo Coelho Filho et al. (2007), com relação à cultura do mamoeiro, a literatura não apresenta informações de marcha de absorção em condições de fertirrigação, o que tem dificultado o parcelamento correto dos fertilizantes ao longo do cultivo. Os trabalhos de pesquisa com fertirrigação em mamoeiro concentram-se na determinação de doses de N e K mais adequadas à cultura, de fontes de fertilizantes nitrogenados e de frequência de aplicação de nutrientes. No Rio Grande do Norte se desconhecem trabalhos com estudos de doses de nitrogênio e potássio a serem aplicadas na adubação, uma vez que as recomendações existentes são de outras condições.

O nitrogênio, por fomentar o crescimento vegetativo, quando adicionado em excesso, é responsável por um crescimento excessivo na planta em detrimento da produção. Além disso, uma proporção K/N baixa ocasiona a formação de frutos com polpa menos consistente, com menor resistência ao transporte (COELHO FILHO et al., 2007). Para Medina (1989), a proporção dos nutrientes nitrogênio e potássio aplicados conjuntamente na cultura do mamoeiro deve ficar entre 1:1 e 1:2,5. Já Costa e Costa (2003) indicam a proporção de 1,5:1 como adequada para elevar a produção de mamoeiro no estado do Espírito Santo. O aumento dessa relação pode provocar crescimento vegetativo em excesso e, conseqüentemente, menor produção de frutos, estes com características de qualidade inferior, tais como sabor aguado, casca fina, polpa mole e aspecto aquoso (COELHO et al., 2004).

Segundo Oliveira et al. (2004), o mamoeiro apresenta três fases distintas de desenvolvimento: 1) formação da planta, 2) florescimento e frutificação e 3) produção. Os mesmos autores determinaram uma distribuição percentual de nitrogênio (N),

fósforo (P) e potássio (K) no ciclo fenológico do mamoeiro, com base na marcha de absorção estabelecida por Cunha (1979). Na época de formação da planta (1º ao 4º mês) os valores de N, P, e K são de 1,7%; 2,6% e 3,1%, respectivamente. No florescimento e frutificação (5º ao 6º mês) os valores de N, P, e K são de 16,2%; 15,3% e 15,1% e de (7º e 8º mês) 19,2%; 21,3% e 21,2% respectivamente. Na época de produção-colheita (9º ao 10º mês) os valores de N, P, e K são de 25,8%; 27,3% e 27,3% e de (11º e 12º mês) 37,1%; 33,5% e 33,3%, respectivamente.

Os teores de macronutrientes admitidos como adequados para a cultura do mamoeiro, por Malavolta et al. (1997), Costa et al. (2001), Costa et al. (1995), Raij (1991) e Vitti et al. (1988) variam na faixa de 45 - 61,7 g.kg⁻¹ de N, 4,5 - 7 g.kg⁻¹ de P, 24,7-30 g.kg⁻¹ de K, 10 - 25,3 g.kg⁻¹ de Ca, 7,2 - 12,4 g.kg⁻¹ de Mg, 4-6 g.kg⁻¹ de S para o limbo foliar e de 10 - 25 g.kg⁻¹ de N, 2,2 - 3,4 g.kg⁻¹ de P, 25 - 94,8 g.kg⁻¹ de K, 8,2 - 30 g.kg⁻¹ de Ca, 3,5 - 12 g.kg⁻¹ de Mg, para o pecíolo.

De acordo com Awada (1978), um dos objetivos mais importantes da adubação do mamoeiro, no Hawaii, é aumentar o rendimento em frutos por hectare sem afetar o tamanho do fruto e altura da planta. Nestas condições, a aplicação de P no estágio vegetativo deve ser moderada, pois este estimula o aumento do diâmetro do caule e altura da planta.

Em cultura de um ano, a absorção de nutrientes pela parte aérea, por planta, obedece à ordem apresentada para macronutrientes de N > K > Ca > Mg > S > P e micronutrientes de Fe > Mn > Zn > B > Cu > Mo (CUNHA, 1979). Segundo o mesmo autor, em mamoeiros jovens, com menos de 7 meses no campo, a matéria seca produzida pelas folhas é maior que a acumulada pelo caule, ocorrendo o inverso em plantas de maior idade, sendo que no primeiro ano esse acúmulo de matéria seca não é afetado por variações climáticas. O fruto apresenta dois períodos de maior desenvolvimento: o primeiro ocorre durante os três primeiros meses após a abertura da flor e o segundo durante os trinta dias que antecedem a colheita. Nesta última fase, o desenvolvimento do fruto se dá principalmente por acúmulo de água nos tecidos.

Ainda segundo Cunha (1979), as concentrações dos nutrientes são instáveis e variam em função da idade da planta e época de amostragem. São instáveis os teores de K, Mg, S e Mn no caule e os de P e Mn nas folhas. Nos órgãos reprodutivos, as concentrações mais elevadas de nutrientes são encontradas nas flores e em frutos novos com idade inferior a um mês. No fruto, a polpa apresenta as menores concentrações de nutrientes.

A absorção de nutrientes pela parte aérea do mamoeiro é crescente no primeiro ano da cultura, atingindo absorção máxima no décimo segundo mês (CUNHA, 1979). Este autor, trabalhando com o mamoeiro comum no primeiro ano de produção, cultivado em terra roxa estruturada em Botucatu (SP), com uma população de 1650 plantas por ha e produção de 3,7 t de matéria seca de parte aérea, avaliou a extração e exportação de macro e micronutrientes. Os elementos mais exigidos pela cultura são N e K, as quantidades exigidas de P, Mg e S são similares, sendo que as flores e frutos representam 20 a 30% do total extraído. Este percentual representa a exportação de nutrientes através da colheita.

Marinho (1999), aplicando diferentes fontes e doses de N na cultivar Sunrise Solo Line 72/12, verificou aumento dos teores de N nos limbos e pecíolos das folhas em função do aumento das doses de N. Almeida (2002) sendo estudadas teores de nutrientes do mamoeiro 'improved sunrise solo 72/12' sob diferentes lâminas de irrigação, no Norte Fluminense, observando maior acúmulo de Na no pecíolo em relação ao limbo, independente dos tratamentos.

Objetivou-se neste trabalho quantificar o teor de nutrientes acumulado nas diferentes partes do mamoeiro Formosa 'Tainung 1' adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

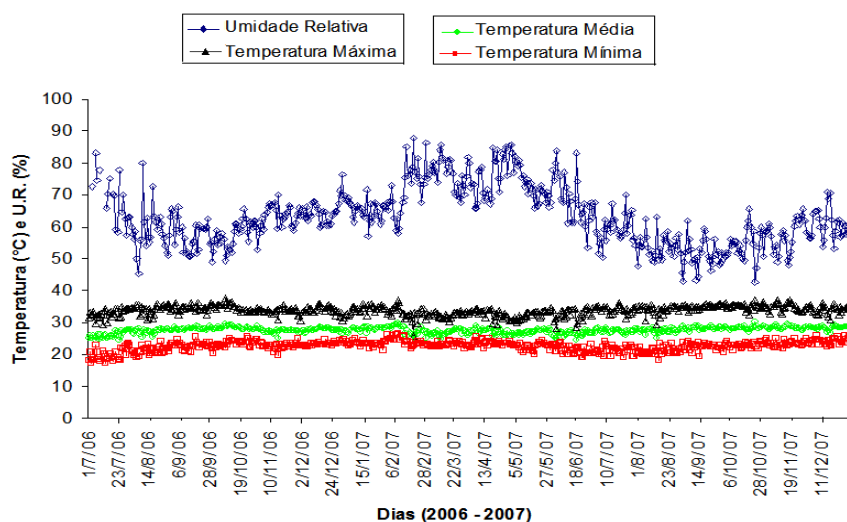
2.4.1 Localização e caracterização do experimento

O experimento foi desenvolvido, no período de agosto de 2006 a dezembro de 2007, na Empresa WG Fruticultura LTDA, localizada em Baraúna, RN, Brasil (lat. 5° 04' 44" S, long. 37° 37' 26" W e altitude de 95m), utilizando um pomar comercial.

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Bsw^h, isto é, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono. O município de Baraúna está localizado na Chapada do Apodi, é vizinho e a oeste do município de Mossoró – RN, que apresenta com precipitação pluviométrica média anual de 673,9 mm, temperatura anual de 27,4 °C e umidade relativa média do ar de 68,9% (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1991). O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háptico de textura franco- argilosa (EMBRAPA, 1999).

Os dados climáticos, durante o experimento, foram fornecidos pela estação meteorológica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró/RN, distante 40 km da área experimental. Os valores da umidade relativa, temperaturas máxima, média e mínima e precipitação são apresentados na Figura 4.

A.



B.

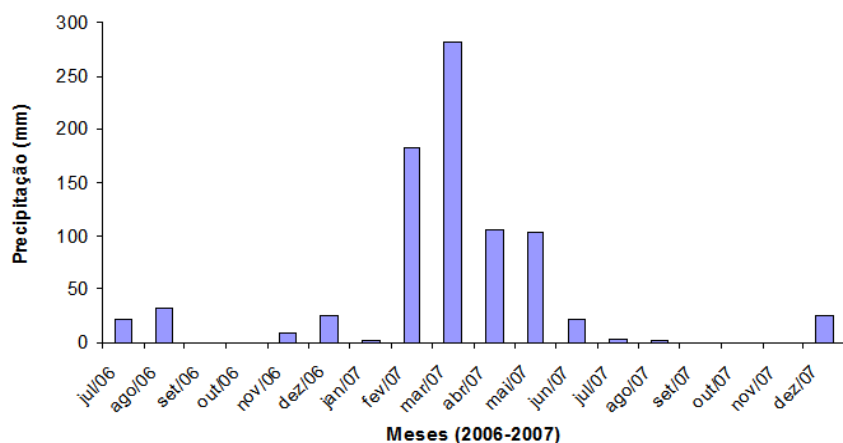


Figura 1. Umidade relativa do ar, temperatura máxima, média, mínima (A) e precipitação (B) no período de agosto de 2006 a dezembro de 2007. UFERSA, Mossoró – RN, 2009.

Durante o experimento, realizaram-se duas coletas de solo, uma com 20 semanas e outra com 70, após o transplântio. Foram retiradas amostras compostas de solo em cada parcela, coletando-se num ponto próximo à planta e outro do gotejador mais próximo. As determinações dos nutrientes (K, Ca, Mg, P e Na) das amostras

compostas do solo de todas as parcelas foram realizadas, seguindo a metodologia citada pela Embrapa (1999), no Laboratório de Química e Fertilidade de Solos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA e revelaram os seguintes resultados apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Características químicas médias do solo da área experimental* com 20 e 70 semanas após o transplântio (S.A.P) em três diferentes camadas. Mossoró, RN, 2006.

Época (S.A.T)	Profundidade	pH (água)	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
			-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----		
20	0-20	8,06	8,89	62,53	52,06	6,96	1,82	0,00
	20-40	8,12	18,53	62,22	47,23	6,50	1,54	0,00
	40-60	8,04	16,53	49,00	35,97	6,20	1,26	0,00
70	0-20	8,31	25,81	69,35	56,47	6,41	2,12	0,00
	20-40	8,39	10,05	39,44	31,21	6,19	2,37	0,00

* amostra de solo composta por sub-amostras coletadas em parcelas de todos os tratamentos.
Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

2.4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 4 repetições, utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III modificada por Leite (1984) (Figura 2), sendo compostos da combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e de potássio aplicados em cobertura (fertirrigação e de forma convencional), nas formas de uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos, que, a priori, tinham como recomendação diferentes porcentagens, mas as adubações realmente aplicadas não correspondem literalmente às porcentagens pré-estabelecida (Tabela 4).

A área experimental, constituída de 40 parcelas, está ilustrada na figura 3. Cada parcela experimental foi constituída de 12 plantas com espaçamento 4m x 2m, das quais, três foram utilizadas para determinações destrutivas (Figura 4).

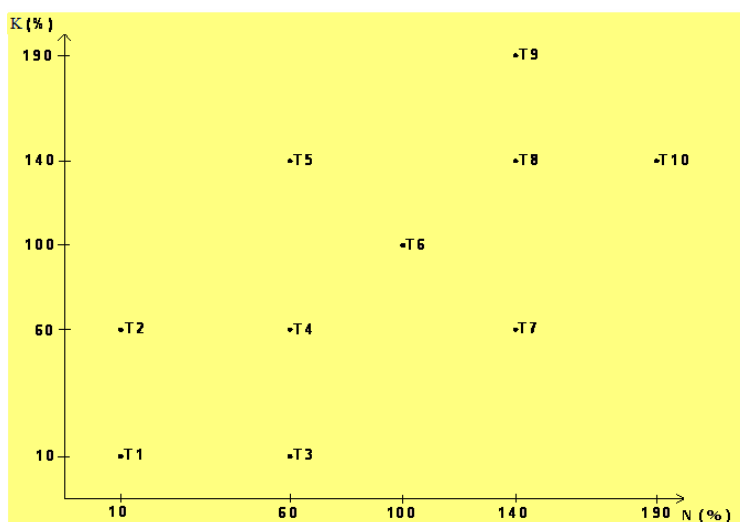


Figura 2. Composição dos tratamentos de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984). Mossoró, RN, UFERSA, 2009.

Tabela 3 - Tratamentos variando doses de N e K₂O de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984).

Tratamentos	Níveis de nutrientes (%)*	
	N	K ₂ O
T1	10%	10%
T2	10%	60%
T3	60%	10%
T4	60%	60%
T5	60%	140%
T6 (Testemunha)*	100%	100%
T7	140%	60%
T8	140%	140%
T9	140%	190%
T10	190%	140%

* Com base na marcha de adubação adotada pela Fazenda WG Fruticultura LTDA.

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

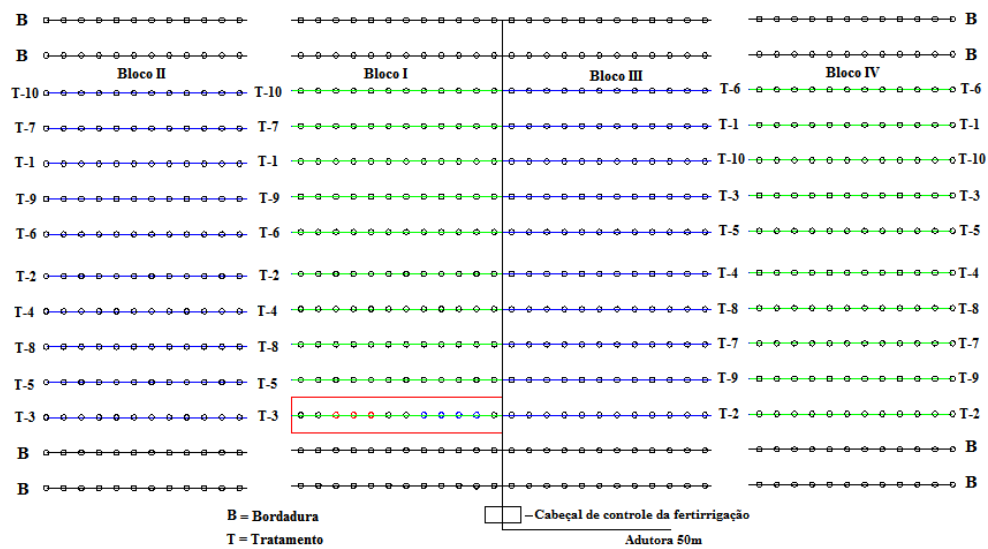


Figura 3. Croqui da área experimental. Mossoró, RN, UFERSA, 2009.

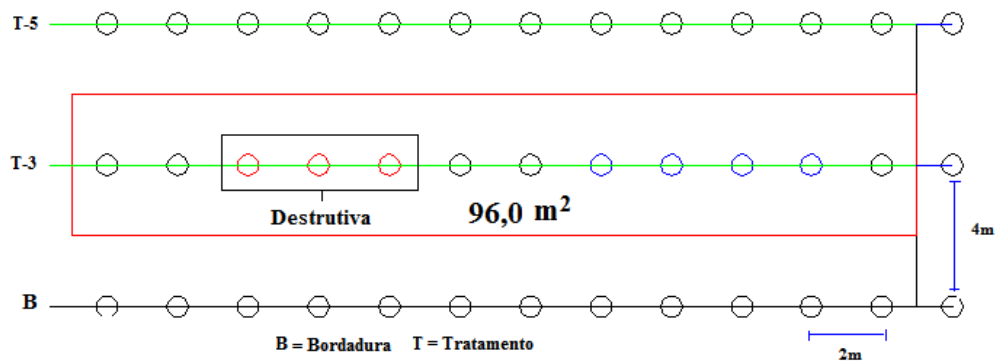


Figura 4. Detalhe da parcela experimental (T- 3). Mossoró, RN, UFERSA, 2009.

Tabela 4. Quantidades totais acumuladas de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) aplicados durante o ciclo do mamoeiro cultivado entre agosto de 2006 a dezembro de 2007. Mossoró-RN, 2009.

Semanas*	Níveis dos Nutrientes									
	N1	N2	N3**	N4	N5	K1	K2	K3**	K4	K5
	10%	60%	100%	140%	190%	10%	60%	100%	140%	190%
	(kg ha⁻¹)									
18	108	158	198	238	288	138	221	288	355	438
22	115	203	273	344	432	148	285	394	503	639
70	196	688	1081	1475	1967	277	1060	1687	2313	3096

*Semanas após o transplantio.

** Doses utilizada na região produtora do RN

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

2.4.3 Condução do experimento

O experimento foi desenvolvido com mamão (*Carica papaya* L.), do grupo Formosa, cultivar 'Tainung 1', que apresenta casca de coloração verde-clara e cor de polpa laranja-avermelhada, frutos grandes, de 0,9 a 2,5 kg, de ótimo sabor e produção média de 60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

Foram aplicados 250 kg de MAP ha⁻¹ em fundação, o transplantio foi realizado, com mudas produzidas na própria empresa, dia 17 de agosto de 2006 e, duas semanas após, teve início a fertirrigação com 4,0 kg ha⁻¹ de uréia e 5,0 kg ha⁻¹ de KCl diariamente 6 dias por semana. A aplicação dos tratamentos teve início na oitava semana após transplantio. Na 18ª semana (21/12/06), a marcha de adubação foi alterada para 5,0 kg de uréia ha⁻¹, 6,0 kg de KCl ha⁻¹ e foi realizada uma adubação de cobertura com 0,2 kg planta⁻¹ da formulação NPK 10:10:10, cuja aplicação de N e K₂O foi proporcional aos tratamentos considerados. Os fertilizantes aplicados separadamente em cada tratamento foram previamente dissolvidos e depois adicionados à água de irrigação, por meio de injetor tipo Venturi.

Quando o mamoeiro estava com 50 semanas do transplantio, observou-se o alongamento do caule, com isso foi paralisada a adubação, no intuito de diminuir o

crescimento vegetativo e incentivar a produção de frutos. Com a paralisação de alongamento do caule, retomaram-se as adubações dia 01/11/07 com 63 semanas. Portanto, havendo uma interrupção de 12 semanas na aplicação das dosagens.

A empresa fez a sexagem 63 dias após o plantio, deixando uma planta por cova, das três inicialmente transplantadas (planta hermafrodita, e quando não foi possível, deixou uma planta fêmea). Mas todas as plantas escolhidas para avaliação da produção e do estado nutricional foram hermafroditas, uma vez que os frutos das mesmas são mais valorizados pelo comércio interno e externo devido ao seu formato e a espessura de polpa, em comparação com os frutos das plantas fêmeas (SANTOS 2006).

Os tratos culturais, como a retirada de brotações laterais e controle de plantas invasoras, pragas e doenças, foram realizados conforme preconizado para a região e de acordo com a empresa WG Fruticultura, de modo que as plantas pudessem se desenvolver sem haver restrições que não fossem aquelas relacionadas aos tratamentos.

2.4.4 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, constituído de um conjunto moto-bomba, com cabaçal de controle composto de filtro de disco, cinco injetores de fertilizantes tipo “Venturi $\frac{3}{4}$ ” e sistema de controle de vazão e pressão, tubulação principal em PVC rígido de 50 mm, 2 linhas laterais de polietileno flexível de 16 mm por fileira de planta e gotejadores com vazão de $2,0 \text{ L h}^{-1}$, para uma pressão de serviço de 100 kPa e espaçados em 0,50 m na linha de derivação.

O sistema de irrigação foi avaliado segundo metodologia adaptada por Merriam e Keller (1978), apresentando vazão média, coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficiente estatístico de uniformidade (CUE) de: $2,4 \text{ L h}^{-1}$, 85,73% e 87,06%, respectivamente, sendo considerado um sistema com boa uniformidade de aplicação de água.

2.4.5 Amostragem do tecido vegetal para a análise nutricional

Foram feitas duas amostragem destrutivas, coletando-se material de toda a parte aérea do mamoeiro com intervalo de quatro semanas entre elas (1º e 2º com 18 e 22 semanas, respectivamente) e mais uma não destrutiva com 70 semanas, sendo coletado nesse período apenas o pecíolo que, segundo Oliveira et al. (2004), é o tecido que melhor representa o estado nutricional do mamoeiro, para a maioria dos nutrientes. O pecíolo escolhido foi o da folha que apresenta em sua axila uma flor prestes a se abrir ou recentemente aberta (OLIVEIRA et al., 2004). Coletaram-se quatro pecíolos de cada parcela.

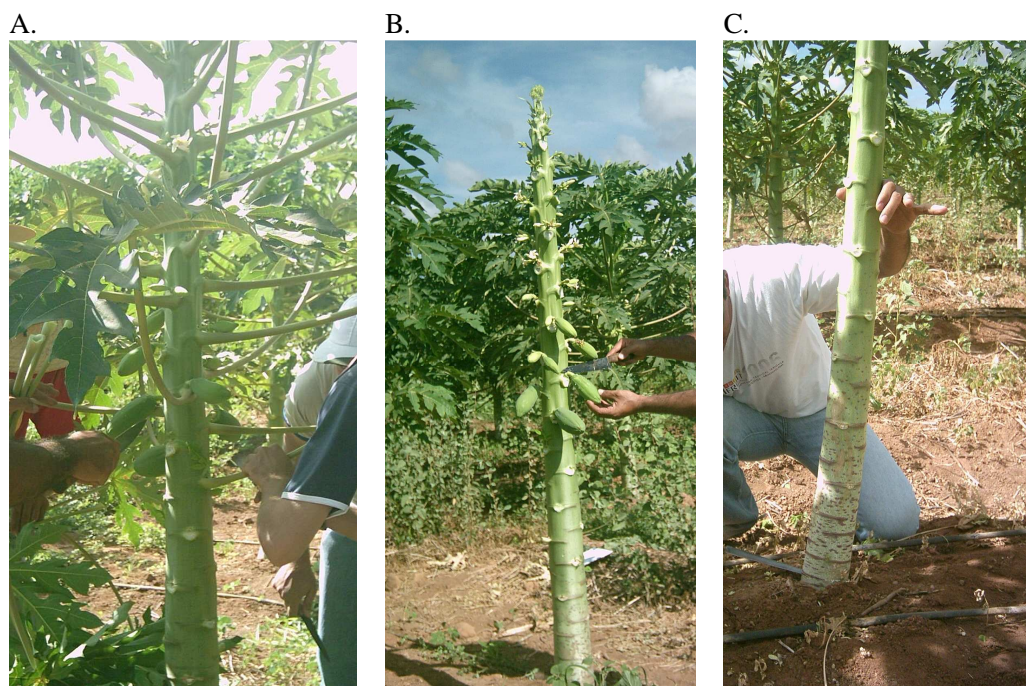


Figura 5. Análise destrutiva - Folha (A), frutos e flores (B) e caule (C).

Na coleta destrutiva, toda a parte aérea de cada planta foi separada em limbos, pecíolos, frutos, flores e o caule, sendo pesadas em uma balança. Depois foi retirada uma amostra de cada material, pesada, identificada e levada ao laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido . Ao chegar ao laboratório, essas amostras foram lavadas com detergente neutro, enxaguadas até tirar toda espuma e passada três vezes em água destilada, em seguida colocadas em sacos de papel, devidamente identificadas e postas para secar a 70°C em estufa com circulação forçada de ar.

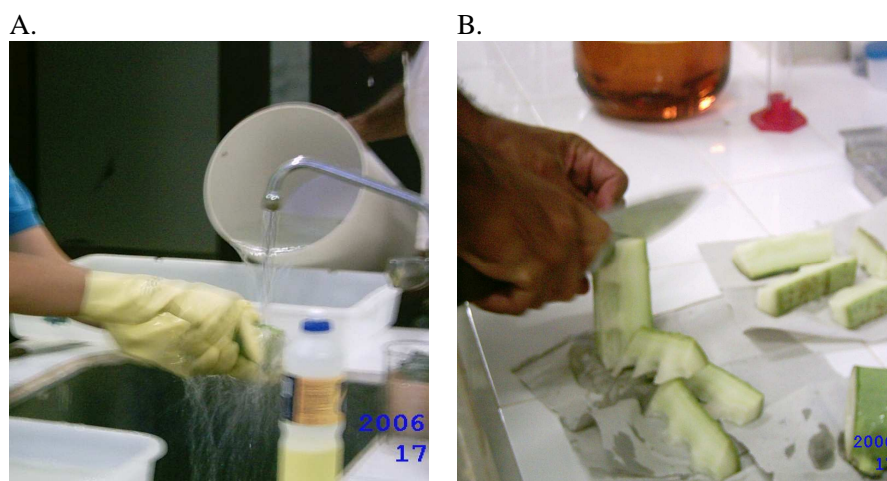


Figura 6. Preparo da amostra de caule no laboratório de Solos e Nutrição de Plantas.

Depois de secas, as amostras foram pesadas em balança eletrônica de precisão com resolução de 0,01 g, moídas e colocadas em recipientes fechados para determinação das concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na). Para determinação dos teores de N, utilizou-se 0,5 g da matéria seca, que foi digerida em ácido sulfúrico, peróxido de hidrogênio, sulfato de sódio e de cobre, obtendo-se os extratos, sendo o N determinado pelo método do micro-Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995). Para determinação dos demais nutrientes

utilizou-se 0,10 g da matéria seca, extração com solução de KNO_3 1 M. O P foi medido por espectrofotometria de massa com azul de molibdênio, o K e Na por fotometria de chama, Ca e Mg pelo método de complexometria com emprego de EDTA (EMBRAPA, 1999).

2.4.6 Análise estatística

Para as variáveis relacionadas aos teores de nutrientes, foram utilizados apenas dados de dois blocos. Os dados foram submetidos à análise de variância para obtenção do erro experimental com médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e, em seguida, realizou-se análise de regressão para a superfície de resposta N x K, através do software “SAEG” v. 8.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

Adotou-se o modelo de regressão completo ($Y = a + bN + cN^2 + dK + eK^2 + fNK + gN^2K + hNK^2 + iN^2K^2$). Para a escolha do modelo de regressão considerou-se o que apresentava 5% de significância, coeficiente de maior grau significativo a pelo menos 10% e que apresentasse maior R^2 e o resíduo não fosse significativo a 5% de probabilidade. Todas as variáveis foram analisadas com duas repetições. Utilizou-se, para a confecção dos gráficos, o programa estatístico Statistica (STATSOFT, 1995).

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Concentração de nutrientes encontrados na parte aérea do mamoeiro na 18ª semana

A parte aérea do mamoeiro na 18ª semana apresentou modelo de regressão significativo com as doses de N e K para os teores de P ($p \leq 0,05$), K ($p \leq 0,05$) e Mg ($p \leq 0,01$) no fruto e, no caule, foram significativos somente para os teores de Mg ($p < 0,05$) (Figuras 7A, 7B, 8A e 8B, respectivamente).

O teor de P no fruto sofreu significativo efeito quadrático das doses de N ($p \leq 0,10$) e K ($P \leq 0,10$) sem que fosse verificada a interação entre elas (Figura 7A). Observou-se um ponto de máximo na superfície de resposta, uma vez que a estimativa de autovalores apresentou sinais negativos. As doses que promoveram maior teor de P ($1,25 \text{ g kg}^{-1}$) foram $0,233 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N combinadas com $0,152 \text{ Mg ha}^{-1}$ de K_2O (Tabela 5), resultado fora da faixa estudada. Mas foi considerada a dose de K_2O de $0,221 \text{ Mg ha}^{-1}$ com a mesma dose de N, como a que proporcionou maior acúmulo de P ($1,22 \text{ g kg}^{-1}$) nos frutos.

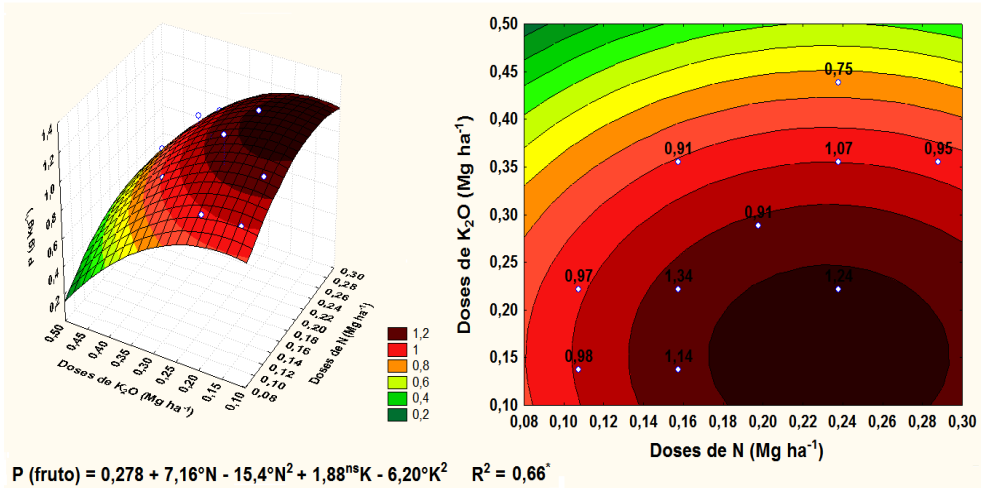
Para o teor de K no fruto, houve efeitos significativos dos componentes das interações NK, NK^2 , verificando-se na superfície de resposta dois pontos de sela (Figura 7B), pois para cada ponto um autovalor tem um sinal positivo, enquanto que o outro tem um sinal negativo (Tabela 5). As doses que promoveram os pontos de sela foram de $0,240 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N com $0,323 \text{ Mg ha}^{-1}$ de K_2O obtendo-se $19,15 \text{ g kg}^{-1}$ de K e $0,204 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N com $0,174 \text{ Mg ha}^{-1}$ de K_2O para $21,78 \text{ g kg}^{-1}$ de K (Tabela 5). Observando a superfície de resposta, a partir deste ponto de sela, diminuindo o N e aumentando o K gradativamente, é possível aumentar a concentração de K no fruto em até $27,30 \text{ g kg}^{-1}$ com $0,108$ e $0,252 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N e K_2O , respectivamente, levando em consideração a estimativa do modelo e não o valor estimado.

Tabela 5. Níveis de nitrogênio (N) e potássio (K) para pontos de máximo, mínimo ou de sela e os autovalores da matrix hessiana das superfícies de respostas significativas obtidas para as variáveis: teor de nutrientes: nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) na parte aérea da planta do mamoeiro com 18, 22 e 70 semanas. Mossoró-RN UFERSA, 2009.

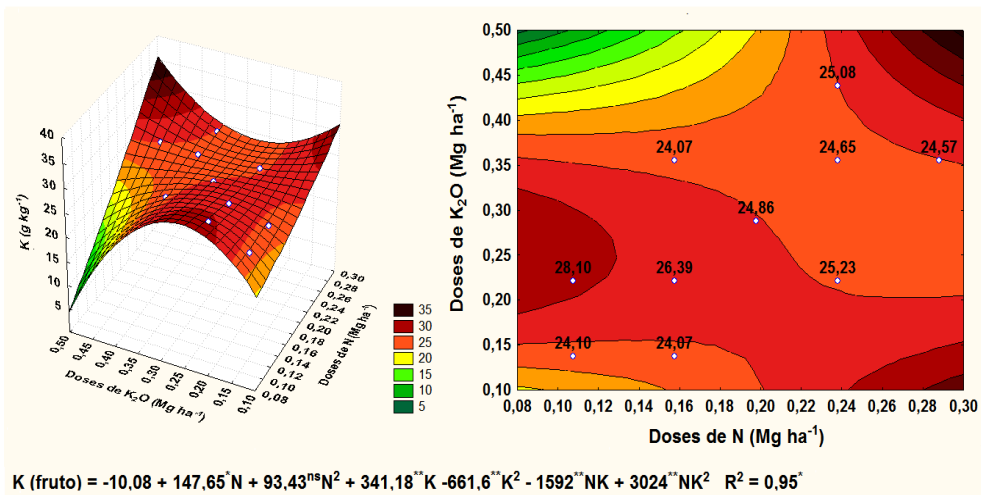
Variáveis	Ponto crítico (N;K) (Mg ha ⁻¹)	Autovalores	Situação	Valor estimado (g kg ⁻¹)
Teor de nutriente no fruto do mamoeiro com 18 semanas*				
P	(0,233; 0,152)	(-12,4; -30,8)	Maximo	1,25
K	(0,204; 0,174)	(604; -509)	Sela	21,78
	(0,240; 0,323)	(518; -206)	Sela	19,15
Mg	(-∞; +∞)			
Teor de nutriente no caule do mamoeiro com 18 semanas				
Mg	(0,141; 0,330)	(795; -1428)	Sela	10,40
	(0,194; 0,412)	(-290; -1911)	Máximo	10,91
	(0,258; 0,295)	(1190; -1152)	Sela	8,21
Teor de nutriente na flor do mamoeiro com 22 semanas				
N	(0,121; 0,580)	(1581; -1146)	Sela	36,89
	(0,163; 0,240)	(737,7; -1014)	Sela	44,77
	(0,237; 0,350)	(-270; -924)	Máximo	46,22
Teor de nutriente no pecíolo do mamoeiro com 70 semanas				
Ca	(0,886; 1,014)	(48,7; -47,1)	Sela	52,87
	(1,420; 2,200)	(106,5; -49,3)	Sela	36,22
Mg	(0,460; 1,485)	(49,2; 2,12)	Mínimo	6,60
	(0,940; 0,973)	(56,1; 25,3)	Sela	7,84
	(1,520; 2,452)	(56,7; -135,9)	Sela	38,62
Na	(0,374; 0,900)	(33,1; -15,4)	Sela	28,43
	(1,380; 1,708)	(20,3; 14,8)	Mínimo	24,55
K	(1,179; 1,600)	(29,9; 14,0)	Mínimo	34,52

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

A.



B.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

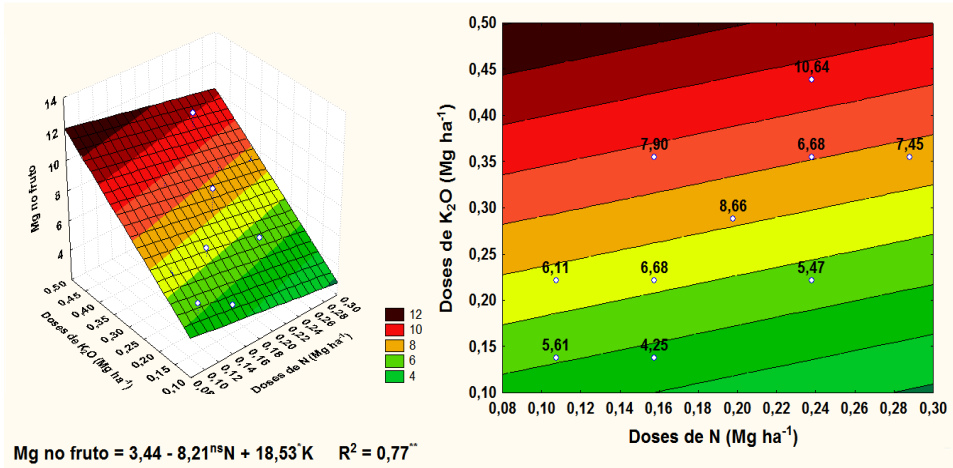
Figura 7. Superfície de resposta e curva de contorno para o teor de P (A) e K (B) no fruto do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 18ª semana após o transplântio.

Para o teor de Mg no fruto, houve efeito significativo das doses de K ($p \leq 0,10$) e não significativo das doses de N ($p \leq 0,10$) (Figura 8A). Observa-se pela superfície de resposta que o teor de Mg cresce, aumentando a dose de K_2O independente do valor de N, ou seja, as doses de K favoreceram o aumento de Mg nos frutos do mamoeiro. Mas também é possível observar que quanto maior a dose de N, menor a absorção do Mg.

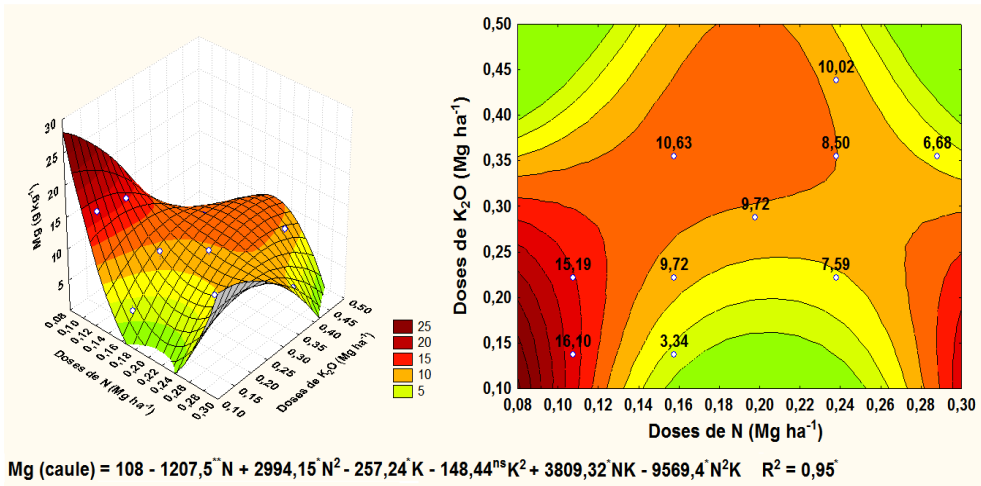
Os teores no fruto de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e sódio (Na) não sofreram efeito das doses de N e K aplicadas, apresentando uma média de 26,07; 20,53 e 16,60 g kg^{-1} , respectivamente (Tabela 6). Não ocorreu inibição competitiva entre os cátions.

Para o teor de Mg no caule, houve efeito significativo dos componentes da interação NK, N^2K (Figura 8B). Verificaram-se na superfície de resposta dois pontos de sela e um ponto de máximo, uma vez que a estimativa de autovalores apresentou sinais negativos. As doses que correspondem ao máximo valor observado na curva foram de 0,194 Mg ha^{-1} de N com 0,412 Mg ha^{-1} de K_2O para 10,91 g kg^{-1} Mg e o ponto de sela com maior estimativa foi de 0,141 Mg ha^{-1} de N e 0,330 Mg ha^{-1} de K para 10,40 g kg^{-1} Mg (Figura 8B, Tabela 5). O limite máximo estimado para Mg no caule encontra-se no segmento da reta que inicia no ponto de máximo e se projeta passando no ponto de sela, seguindo uma relação de N e K por $N = 0,073 + 0,63K$., obtendo-se um teor de 14,65 g kg^{-1} Mg para de 0,110 Mg ha^{-1} de N e 0,175 Mg ha^{-1} de K.

A.



B.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 8. Superfície de resposta e curva de contorno para o teor de Mg no fruto (A) e no caule (B) do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio, na 18ª semana após o transplantio.

Tabela 6. Valores médios dos nutrientes: nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), sódio (Na) e potássio (K) encontrados na parte aérea da planta do mamoeiro com 18, 22 e 70 semanas. Mossoró-RN UFERSA, 2009.

Nutrientes	Semanas	Valores médios dos nutrientes (g kg ⁻¹)					
		N	Ca	Mg	P	Na	K
Fruto	18	26,07	20,53	6,95**	1,03*	16,60	25,11*
Caule		15,26	23,93	9,75*	0,42	32,72	44,44
Flor		42,98	29,65	6,66	0,90	28,28	46,53
Limbo		52,57	45,23	12,42	0,82	12,39	17,68
Pecíolo		17,36	27,70	10,11	0,98	19,44	31,82
Fruto		22	32,76	16,50	10,30	0,91	22,61
Caule	17,78		29,35	10,50	0,75	32,34	54,58
Flor	43,61*		34,00	12,04	2,02	32,24	56,85
Limbo	59,08		43,48	15,43	1,09	12,20	20,51
Pecíolo	11,69		29,08	11,36	0,51	16,16	28,84
Pecíolo	70		19,34	49,00**	12,30**	1,15	30,94**

** Efeito das doses de N e ou K₂O significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

* Efeito das doses de N e ou K₂O significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

Os teores médios de N, Ca, P, Na e K no caule foram de 15,26; 20,53; 0,42; 32,72 e 44,44 g kg⁻¹, respectivamente, e na flor foram 42,98 de N; 29,65 de Ca; 6,66 de Mg; 0,90 de P; 28,28 de Na e 46,53 g kg⁻¹ de K (Tabela 6). A flor e o caule, com 18 semanas, apresentaram maiores teores de K e Na. Com relação ao alto teor de Na no caule, pode ter ocorrido problema no transporte do Na para a parte aérea, que, segundo Cruz et al. (2006), quando a maior concentração de Na não é observada nas folhas, indica aparentemente que há inibição do transporte do Na para a parte aérea.

No limbo, os teores médios foram 52,57 de N; 45,23 de Ca; 12,42 de Mg; 0,82 de P; 12,39 de Na e 17,68 g kg⁻¹ de K, sendo que, o limbo acumulou maiores teores de N, Ca, Mg e menos Na e K. No pecíolo, os teores N, Ca, Mg, P, Na e K apresentaram uma média de 17,36; 27,70; 10,11; 0,98; 19,44 e 31,82 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 6).

Na análise foliar (pecíolo e limbo) do mamoeiro híbrido Uenf/Caliman 01 com cinco meses, Marinho (2007) observou que não houve efeito significativo das doses de

potássio para N, Ca, P, Na e K, no limbo. Ela atribui a não diferenciação dos tratamentos ao pouco tempo das adubações, que, provavelmente, possa ter sido a causa também da não significância não só do limbo e pecíolo, como também do fruto, caule e flor para a maioria dos nutrientes estudados neste experimento.

O mamoeiro, com 18 e 22 semanas, apresentou um maior acúmulo de N e K na flor, seguido do caule para o K (Tabela 6), isso difere dos resultados apresentados por Marinho (2005) percebendo que nos primeiros cinco meses após o transplante, houve um maior acúmulo de N e P na folha, enquanto o maior acúmulo de K ocorreu no caule. Com 18 e 22 semanas, o mamoeiro também apresentou maior acúmulo de Ca e Mg limbo. Essa alta concentração de Ca no limbo é, portanto, resultado do mesmo ser transportado quase que exclusivamente pelo xilema e conduzido principalmente pela corrente transpiratória (GRANGEIRO et al, 2005). O Mg, embora em menor quantidade que o Ca, acumula-se preferencialmente nas folhas, uma das prováveis causas, para essa maior acumulação do Mg nas folhas é que o mesmo faz parte da molécula de clorofila (MARSCHNER, 1995).

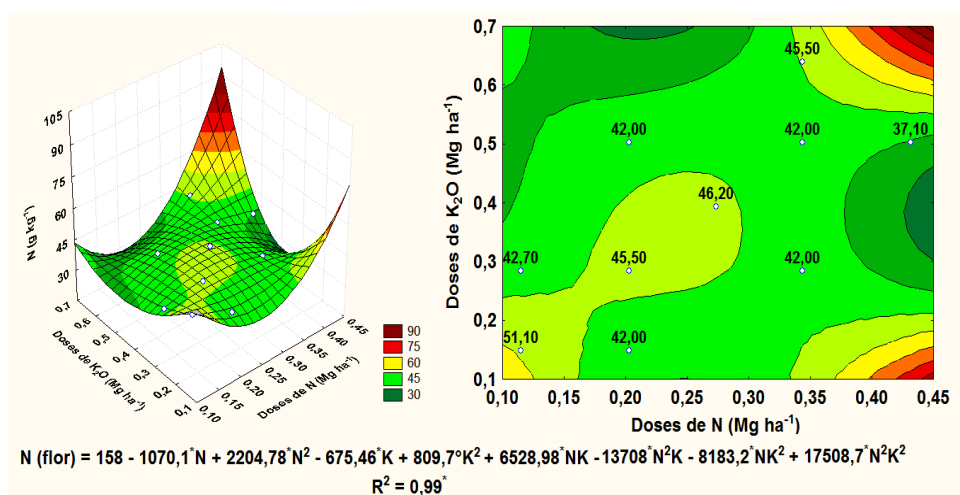
2.5.2 Concentração de nutrientes encontrados na parte aérea do mamoeiro na 22ª semana

A parte aérea do mamoeiro na 22ª semana apresentou modelo de regressão significativo com as doses de N e K apenas para o teor de N na flor ($p \leq 0,05$) (Figura 9).

O teor de N na flor apresentou efeito significativo dos componentes da interação NK, N^2K , NK^2 , N^2K^2 (Figura 9). Verificaram-se na superfície de resposta dois pontos de sela e um ponto de máximo. As doses que proporcionaram o máximo valor estimado da curva foram de $0,237 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N com $0,350 \text{ Mg ha}^{-1}$ de K_2O para $46,22 \text{ g kg}^{-1}$ N na flor e o ponto de sela com maior estimativa foi de $0,163 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N e $0,340 \text{ Mg ha}^{-1}$ de K para $44,77 \text{ g kg}^{-1}$ N na flor (Figura 9, Tabela 5). Levando em

consideração à estimativa do modelo, o limite máximo estimado para N na flor encontra-se no segmento da reta que inicia no ponto de máximo e se projeta passando no ponto de sela, seguindo uma relação de N e K de $N = 0,003 + 0,673K$., obtendo-se um teor de $49,35 \text{ g kg}^{-1}$ N na flor com $0,115 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N e $0,166 \text{ Mg ha}^{-1}$ de K.

Os teores de Ca, Mg, P, Na e K na flor foram em média 34,00; 12,04; 2,02; 32,24 e $56,85 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente (Tabela 5). Destaque para P que, dentre as partes da planta analisadas, acumulou-se em maior quantidade no fruto na 18ª e na flor na 22ª. Segundo Oliveira et al. (2004), apesar da baixa quantidade total de P absorvida, no primeiro ano de cultivo do mamoeiro, 30% são acumulados nas flores e frutos.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 9. Superfície de resposta e curva de contorno para o teor nitrogênio (N) na flor do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 22ª semana após o transplântio.

O fruto apresentou teores médios de N, Ca, Mg, P, Na e K de 32,76; 16,50; 10,30; 0,91; 22,61 e $39,56 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente (Tabela 6). Os nutrientes que mais se

acumularam no fruto foram o N, Na e K, ficando o Ca e Mg com menor acúmulo, o Mg também foi o menos acumulado na flor. Apesar de terem sido os menos absorvidos, ficaram na mesma proporção do teor encontrado por Coelho Filho et al. (2007) quando trabalhados com mamoeiro Sunrise Solo. O aumento de Ca no fruto atrasa a senescência e reduz as desordens fisiológicas durante o armazenamento (BANGERTH et al., 1972).

Os teores de nutrientes presentes no caule foram: 17,78 de N; 29,35 de Ca; 10,50 de Mg; 0,75 de P; 32,34 de Na e 54,58 g kg⁻¹ de K (tabela 6). O caule e a flor acumularam maiores teores de Na e K em relação às outras partes da planta. Segundo Watab et al. (1991), o Na atua como um competidor na absorção de K, pelo fato de os mecanismos de absorção de ambos os cátions serem semelhantes. Resultado não encontrado nesse trabalho, ou seja, não houve antagonismo, o que provavelmente esteja ligado à alta capacidade de troca de cátions apresentada nos solos do ambiente estudado.

Os teores médios de nutrientes no limbo em g kg⁻¹ foram: 59,08 de N; 43,48 de Ca; 15,43 de Mg; 1,09 de P; 12,20 de Na e 20,51 de K e no pecíolo os teores foram: 11,69 de N; 29,08 de Ca; 11,36 de Mg; 0,51 de P; 16,16 de Na e 28,84 de K (Tabela 6). O limbo apresentou maiores teores de N, Ca, Mg e P e menores valores de Na e K em relação às outras partes da planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Kurihara e Silva (2007) com mamoeiro de seis meses, sendo observado que o limbo foliar apresentou teores maiores de nitrogênio e fósforo e menor de potássio, quando comparado aos teores observados no pecíolo.

Em geral, os teores de Na e K na matéria seca do pecíolo são maiores que no limbo. Resultados contrariam o obtido por Marinho (2007) em relação aos teores de K na matéria seca do pecíolo, que foram menores que no limbo.

Os teores de Ca e K encontrados no limbo foram superiores e inferiores respectivamente aos das demais partes da planta na 18ª e 22ª semana. Estes resultados devem-se, possivelmente, ao fato de que, na planta, o Ca²⁺ move-se com a água, sendo

sua translocação e seu teor nos tecidos sujeitos à taxa de transpiração. Para estes autores, uma vez depositado, este cátion não apresenta redistribuição para outras partes da planta, sendo acumulado principalmente em tecidos com transpiração mais intensa (EPSTEIN; BLOOM, 2006), e o menor teor de K seja devido também às altas concentrações de Mg^{2+} , que podem inibir a absorção de K^+ ou de Ca^{2+} (MARSCHNER, 1995).

Comparando os teores dos nutrientes na 18ª e 22ª semanas é possível observar similaridade nos valores. Isso se deve à proximidade dos períodos que compreendiam o início do florescimento e frutificação (5º a 6º mês) (OLIVEIRA et al., 2004).

2.5.3 Concentração de nutrientes encontrados no pecíolo do mamoeiro na 70ª semana

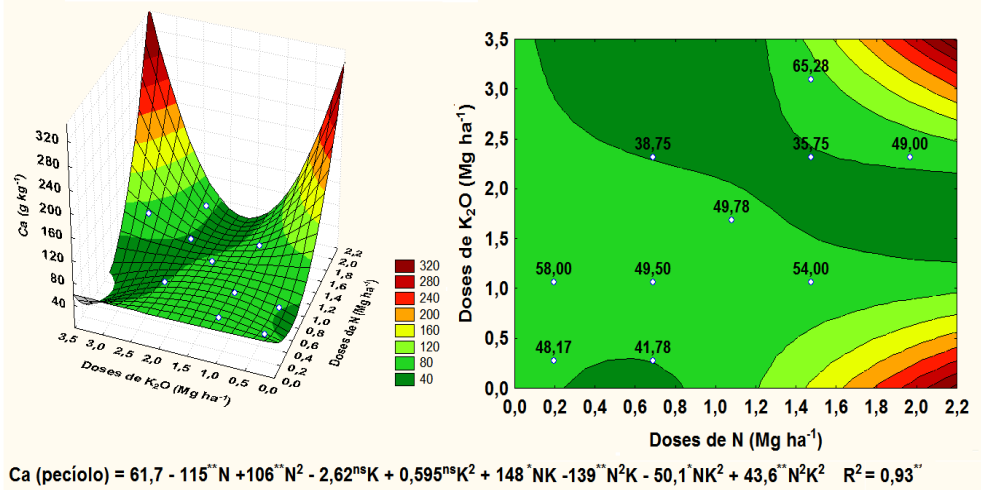
O pecíolo foi a única parte aérea analisada no mamoeiro na 70ª semana, o qual apresentou modelo de regressão significativo com as doses de N e K para Ca ($p \leq 0,01$), Mg ($p \leq 0,01$), Na ($p \leq 0,01$) e K ($p \leq 0,01$) (Figuras 10A, 10B, 11A e 11B, respectivamente).

O teor de Ca sofreu efeitos significativos para os componentes da interação NK, N^2K , NK^2 , N^2K^2 (Figura 10A). Verificaram-se na superfície de resposta dois pontos de sela. As doses que promoveram os pontos de sela foram de 0,886 Mg ha^{-1} de N com 1,014 Mg ha^{-1} de K_2O para 52,87 g kg^{-1} de Ca e 1,420 Mg ha^{-1} de N com 2,200 Mg ha^{-1} de K_2O para 36,22 g kg^{-1} de Ca (Tabela 5), sendo que o ponto de 52,87 g kg^{-1} de Ca apresenta um melhor resultado com tendência a aumentar, pois seguindo a curva na superfície de resposta com a redução da dose de N e aumentando a dose de K_2O gradativamente é possível aumentar a concentração de Ca até 58 g kg^{-1} no pecíolo com a dose de N de 0,196 Mg ha^{-1} e com 1,395 Mg ha^{-1} de K_2O (Figura 10A). Também se verificou que as maiores doses de N e K_2O aplicadas proporcionaram maiores teores de Ca no pecíolo (Figura 10A). Os teores ficaram bem acima do padrão recomendado por

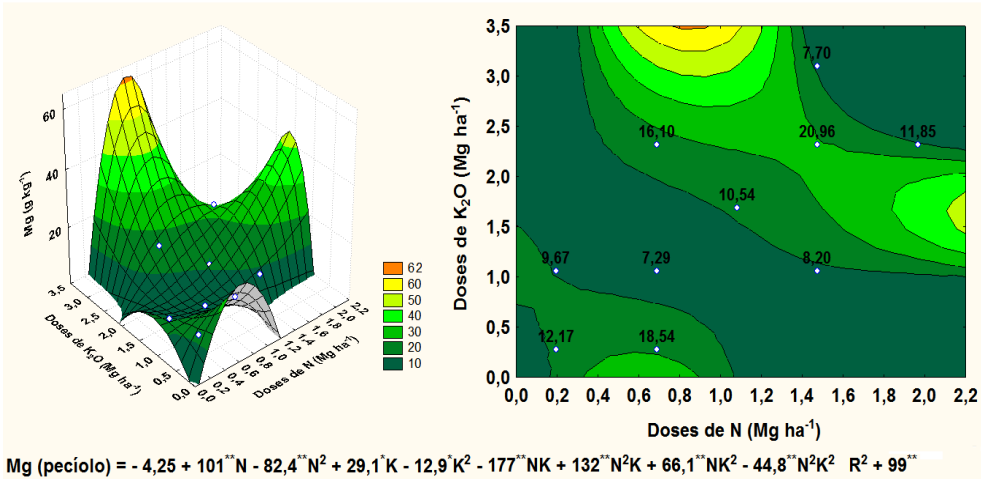
Costa (1995) durante o período seco que é de 18,4 g kg⁻¹ (COSTA; COSTA, 2007), como também do apresentado por diversos autores (MALAVOLTA et al., 1997; COSTA et al., 2001; RAIJ, 1991 e VITTI et al., 1988).

O teor de Mg sofreu efeito significativo dos componentes da interação NK, N²K, NK², N²K² (Figura 10B). Verifica-se na superfície de resposta um ponto de mínimo (0,460 de N e 1,483 de K₂O) com 6,60 g kg⁻¹ e dois pontos de sela, que foram de 0,940 Mg ha⁻¹ de N com 0,973 Mg ha⁻¹ de K₂O para 7,84 g kg⁻¹ de Mg, e 1,520 Mg ha⁻¹ de N com 2,452 Mg ha⁻¹ de K₂O para 38,62 g kg⁻¹ de Mg (Tabela 5). Observando esse último ponto, o qual apresentou um maior acúmulo de Mg, a medida que diminui o N e aumenta o K, é possível aumentar o teor de Mg no pecíolo de até 56,38 g kg⁻¹ com as doses de 1,017 de Mg ha⁻¹ de N e com a máxima de K₂O (3,10 Mg ha⁻¹). O resultado fica semelhante quando ocorre o inverso, ou seja, a medida que aumenta o N e diminui o K é possível aumentar o teor de Mg no pecíolo em até 53 g kg⁻¹ com as doses de 1,960 e 1,858 de Mg ha⁻¹ de N e K₂O respectivamente. É necessário diminuir uma das doses, seja ela de N ou K₂O, pois ambas as doses altas fazem diminuir a absorção do Mg, devido à competição iônica, pelo fato de os mecanismos de absorção de ambos os cátions serem semelhantes. O N provavelmente está sendo absorvido na forma de amônio (NH₄⁺), pois o fornecimento de uréia resulta em amônio e a absorção do amônio se dá melhor em meio com pH neutro, sendo reduzida quando há queda deste (MENGUEL E KIRKBY, 1987). Verificou-se que o pH estava acima de 8 no período (Tabela 2). Não há necessidade de aumentar ou diminuir as doses de adubação, pois o teor de Mg, apresentado pelo ponto mínimo, já é suficiente para responder às exigências do mamoeiro Formosa que é de 2,7 ou assumir o ponto de sela com 3,8 de Mg, suficientes para atender às recomendações feitas por vários autores (MALAVOLTA et al., 1997; COSTA et al., 2001; RAIJ, 1991 e VITTI et al., 1988). É possível observar, através da superfície de resposta do Ca e Mg, competição iônica entre o Ca e o Mg, tendo ocorrido maior acúmulo de Ca e havendo menor acúmulo de Mg.

A.



B.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

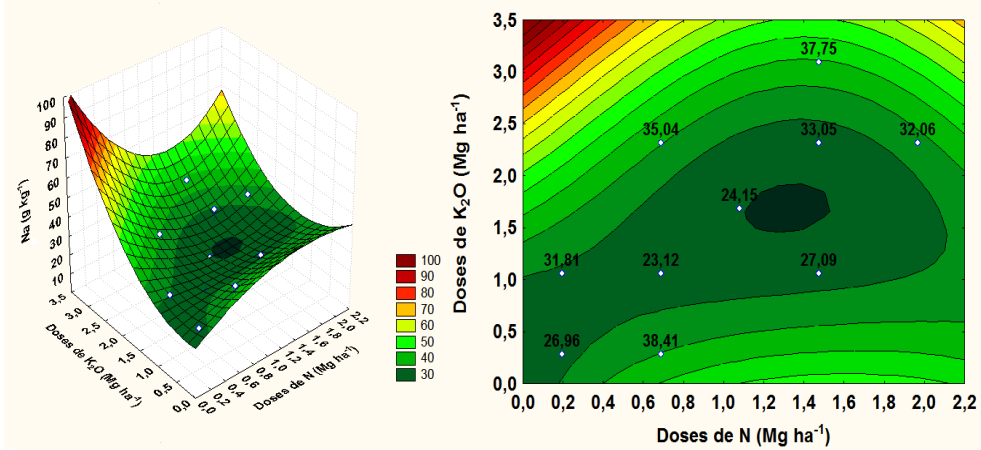
Figura 10. Superfície de resposta e curva de contorno para o teor Ca (A) e Mg (B) no pecíolo do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 70ª semana após o transplante.

O teor de Na sofreu efeito significativo dos componentes da interação NK e N²K (Figura 11A). Verifica-se na superfície de resposta um ponto de mínimo (1,380 N e 1,708 K₂O) com 24,55 g kg⁻¹ de Na e um pontos de sela com 0,374 Mg ha⁻¹ de N com 0,900 Mg ha⁻¹ de K₂O para 28,42 g kg⁻¹ de Na (Tabela 5). Através da superfície de resposta, qualquer deslocamento a partir do ponto de mínimo, é possível ocorrer acréscimo no teor de Na no pecíolo, seja aumentando e diminuindo as doses de N e K₂O, respectivamente, e vice versa (Figura 11A).

O teor de K sofreu efeito significativo dos componentes da interação NK, N²K (Figura 11B). Verifica-se na superfície de resposta um ponto de mínimo (1,179 Mg ha⁻¹ de N e 1,600 Mg ha⁻¹ de K₂O) com 34,5 g kg⁻¹ de K. A parte do ponto de mínimo é possível observar, através da superfície de resposta, que um deslocamento a qualquer extremidade do gráfico, tem uma tendência de acréscimo no teor de K no pecíolo.

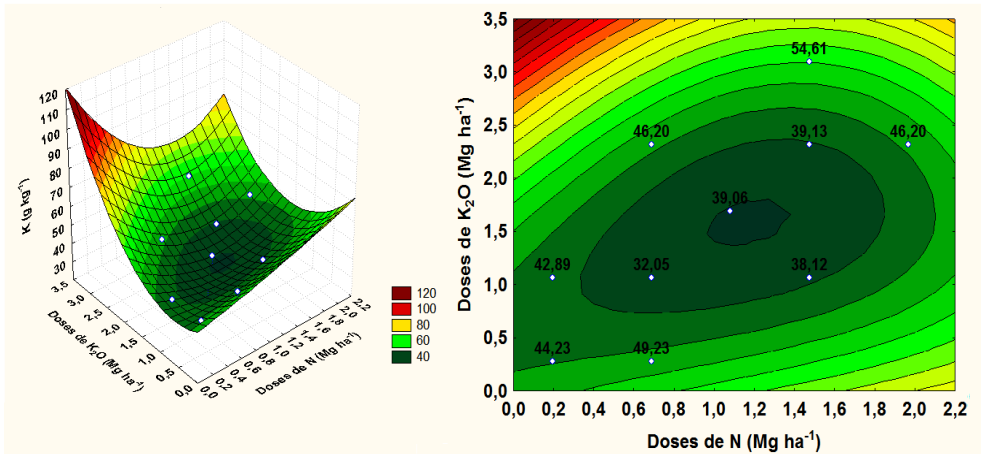
Os pontos de mínimo tanto para o Na como para o K, encontram-se praticamente na mesma proporção das doses de N e K₂O, ou seja, a quantidade acumulada de Na não prejudicou o acúmulo de K no pecíolo. O que vai determinar o maior acúmulo de Na e K é a quantidade de N e K₂O aplicado. O Na e o K não competiram entre si como também com o Ca e Mg. Segundo Watab et al. (1991), o Na atua como um competidor na absorção de K, pelo fato de os mecanismos de absorção de ambos os cátions serem semelhantes.

A.



$$\text{Na (pecíolo)} = 25,51 + 27,4^{\text{N}} \text{N} - 8,57^{\text{ns}} \text{N}^2 - 3,48^{\text{ns}} \text{K} + 7,68^{\text{**}} \text{K}^2 - 31,4^{\text{**}} \text{NK} + 10,8^{\text{**}} \text{N}^2 \text{K} \quad R^2 = 85^{\text{**}}$$

B.



$$\text{K (pecíolo)} = 46,9 + 8,52^{\text{N}} \text{N} + 1,48^{\text{ns}} \text{N}^2 - 12,6^{\text{**}} \text{K} + 9,70^{\text{**}} \text{K}^2 - 23,4^{\text{**}} \text{NK} + 6,74^{\text{**}} \text{N}^2 \text{K} \quad R^2 = 0,99^{\text{**}}$$

^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 11. Superfície de resposta e curva de contorno para o teor de Na (A) e K (B) no pecíolo do mamoeiro adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 70ª semana após o transplântio.

Durante todo o experimento, foi observado alto teor de Na acumulado na planta, principalmente no fruto, caule e flor, sem prejudicar a absorção e acúmulo dos outros cátions. Isso se deve à alta concentração de Na no solo (Tabela 2). Esse fato ocorre nas regiões áridas e semiáridas, devido à escassez da precipitação pluvial e à alta demanda evaporativa, que dificultam a lixiviação dos sais localizados na camada arável do solo (CRUZ, et al., 2006) e também devido à água utilizada na irrigação, que segundo Medeiros et al. (2003) apresenta concentrações relativamente altas de Na, mas sem risco de toxicidade de Na^+ para as plantas.

Altas concentrações de sódio podem inibir a absorção de K^+ pelas plantas, através da competição iônica entre esses dois íons, bem como poderá ocorrer o vazamento do íon potássio quando houver a substituição do Na^+ pelo Ca^{2+} nas membranas celulares (MARSCHNER, 1995), o que provavelmente não ocorreu.

Os teores de N e P apresentaram em média 19,34 e 1,15 g kg^{-1} , respectivamente (tabela 6). Todos os nutrientes analisados, só o P não apresentou acúmulo no pecíolo acima do teor adequado para o grupo do mamão Formoso que é de 11 g kg^{-1} de N; 12,3 g kg^{-1} de Ca; 2,7 g kg^{-1} de Mg; 1,4 g kg^{-1} de P; e 24,8 g kg^{-1} de K. Provavelmente, a baixa absorção do P tenha sido influenciada pelo pH do solo, o mesmo é mais bem absorvido com pH em uma faixa de 4,5 a 6. Também alta concentração de Ca forma no solo $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, sendo a forma do P menos disponível à planta

É possível observar que, na maioria das vezes, é preciso aumentar a dose de K_2O para que a planta acumule maior teor de cátions no pecíolo. Mesmo com o N ficando no ponto de sela ou de mínimo. Isso porque, no segundo ano de colheita, o mamoeiro entra em processo de colheitas contínuas.

Para um resultado mais preciso, é necessário usar uma ferramenta de diagnose complementar, comparando com a produtividade.

2.6 CONCLUSÕES

Os teores de nutrientes encontrados no limbo e no pecíolo nos três períodos analisados estiveram sempre na faixa ou acima do padrão recomendado para o mamoeiro, com exceção do P no limbo e pecíolo e do K no limbo (18 e 22 semanas), que apresentaram teores abaixo do recomendado, tendo como base as recomendações existentes na literatura para limbo e pecíolo.

Os pontos de máximo encontrados em resposta às doses de N e K aplicadas foram absorções de luxo, exceto para o P.

Os teores médios de nutrientes acumulados no pecíolo variaram ao longo do ciclo conforme a exigência da planta e o aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. T. de; BERNARDO, S.; MARINHO, C. S.; MARIN, S. L. D.; SOUSA, E. F. de. **Teores de nutrientes do mamoeiro 'improved sunrise solo 72/12' sob diferentes lâminas de irrigação, no Norte Fluminense**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, SP, v. 24, n. 2, p. 547-551, ago. 2002.

AWADA, M.; LONG, C.R. Relation of nitrogen and phosphorus fertilization to fruiting and petiole composition of 'Solo' papaya. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.103, p.217-219, 1978.

BANGERTH, F.; DILLEY, D.R.; DEWEY, D.H. Effect of postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. **American Society for Horticultural Science Journal**, Alexandria, v.97, n.5, p.679-682, 1972.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1989 a dezembro de 1990)**. Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 110p. (Coleção Mossoroense, Série C, 630).

COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E.F.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L. F. da S.; OLIVEIRA, A. M. G. de; SILVA, T. S. M. da. Marcha de absorção de macro e micronutrientes do mamoeiro sunrise solo. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. de F. S. da C. (Ed). **Manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, 2007. p. 29-40.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L. F. da S.; **Fontes e frequências de aplicação de nitrogênio via água de irrigação no mamoeiro**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 3p. (Comunicado Técnico, 111).

COSTA, A. N. **Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya L.*) no Estado do Espírito Santo**. 1995. 93 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

COSTA, A.N. da; COSTA, A. de F. S. da. Nutrição e adubação. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da C. (Ed.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2003. p. 201-227.

COSTA, A.N., COSTA, A.F.S., FULLIN, E.A. (2001) Frutíferas. In: DADALTO, G.G., FULLIN, E.A. (Ed.) **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo (4ª Aproximação)**. Vitória: SEEA/INCAPER, 2001. p. 126-169.

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.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q. de; QUEIROZ, J. R. de. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.275-284, 2006.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análise químicas dos solos, plantas e fertilizante**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 1999. 370p.

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

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z de; SOUZA, J. de O.; AZEVÊDO, P. E. de. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia mickylee. **Caatiga**, Mossoró-RN. v.18, n.2. p.73-81, 2005.

KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. **Diagnose do estado nutricional das culturas.** Disponível em: < <http://www.cpao.embrapa.br/Noticias/artigos/artigo9.html> > acesso em: 14 maio 2007.

LEITE, R. de A. **Uso de matrizes experimentais e de modelos estatísticos no estudo do equilíbrio fósforo-enxofre na cultura da soja em amostras de dois latossolos de Minas Gerais.** 1984. 87p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984

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

MARINHO, A. B. **Respostas dos mamoeiros cultivar golden e do híbrido Uenf/Caliman01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio.** 2007. 125 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2007.

MARINHO, J. C. **Marcha de absorção de macronutrientes pelo mamoeiro Formosa na região de Mossoró–RN.** 2005. 39f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido , Mossoró, RN. 2005.

MARINHO, C. S. **Avaliação do estado nutricional e adubação do mamoeiro (Carica papaya L.) no Norte Fluminense.** 1999. 80 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, RJ, 1999.

MARSCHNER, H.M. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** 2. ed. London: Academic Press, 1988. 889p.

MEDEIROS, J. F. de; LISBOA, R. de A; OLIVEIRA, M. de; SILVA JÚNIOR, M. J. da; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.7, n.3, p.469-472, 2003.

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

MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern, Switzerland: Lang Druck, 1987. 685 p.

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: EMBRAPA 2004. 10p. (Circular Técnico, 69).

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/ Potafos, 1991. 343 p.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SANTOS, F. S. S. dos. **Diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão Formosa**. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006. 64p.

STATSOFT, INC. **Statistica for windows – computer program manual**. Tulsa,UK: statsoft, 1995.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSAI, C. A.; BOHEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, planta e outros materiais**. 2 (Ed), rev. e amp. Porto alegre: UFRGS, 1995.147p.

VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; MARIN, S.C.O. Nutrição e adubação do mamoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal. SP. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/CAV, 1988. p.121-159.

WATAB, A.A.; REUVENI, M.; BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M. Enhanced net K⁺ uptake capacity of NaCl-adapted cells. **Plant Physiology**, Rockville, v.95, n.4, p.1265-1269, Apr. 1991.

Capítulo 3

**PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO 'TAINUNG 1' ADUBADO COM
NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO 'TAINUNG 1' ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

RESUMO

A nutrição mineral do mamoeiro é um dos fatores que mais contribuem para o aumento da produtividade e qualidade do mamão, em razão da elevada exigência nutricional, devido ao desenvolvimento rápido e contínuo, com floração simultânea à frutificação e maturação dos frutos. Portanto necessita-se da adição de fertilizantes, a fim de atender à demanda nutricional do mamoeiro para proporcionar elevada produção de frutos de boa qualidade. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de N e K₂O na produtividade do mamoeiro Formosa adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio no município de Baraúna (RN). O experimento foi desenvolvido com mamão (*Carica papaya* L.), do grupo Formosa, cultivar 'Tainung 1'. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III modificada por Leite (1984), sendo compostos da combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e potássio aplicado em cobertura (fertirrigação e de forma convencional), usando como fontes a uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos (N₁K₁=10%-10%; N₁K₂=10%-60%; N₂K₁=60%-10%; N₂K₂=60%-60%; N₂K₄=60%-140%; N₃K₃=100%-100% (dose aplicada pela Fazenda WG); N₄K₂=140%-60%; N₄K₄=140%-140%; N₄K₅=140%-190%; N₅K₄=190%-140%). As características de produção avaliadas foram número de frutos comercializável acumulados, número de frutos totais acumulados e produtividade comercializável acumulada. Do início da produção até o mamoeiro completar um ano, as doses de N apresentaram-se com maior significância que as doses de K, sendo que o número de frutos e a produtividade até 38 e 46 semanas apresentaram maiores ou uma tendência de melhor resultado, com doses de N entre 100% (N₃) e 140% (N₄) combinadas com as doses de K₂O de 60% (K₂). A grande quantidade de chuvas ocorridas anteriormente ao período compreendido entre a 48^a e 61^a semana proporcionou baixa produção neste período, obtendo-se os melhores resultados com os tratamentos que tinham recebido no período anterior, maiores doses, principalmente de K₂O. Com a retomada das adubações ocorreu um incremento na produção, sendo os melhores resultados alcançados com as doses de N e K correspondentes aos tratamentos N₃ (100%) e K₄ (190%).

Palavras-chave: *Carica papaya*. Adubação. Produção.

YIELD OF PAPAYA 'TAINUNG 1' FERTILIZED WITH NITROGEN AND POTASSIUM

ABSTRACT

The mineral nutrition of papaya is one of the factors that most contribute to increased productivity and quality of papaya, in reason of the high nutritional requirement, due to the continuing and rapid development, with simultaneous flowering to fruiting and ripening of fruits. Therefore, it is needed the addition of fertilizers in order to meet the nutritional demand of papaya to provide high fruits yield of good quality. Within this context, it was aimed to evaluate the effect of different doses of N and K₂O in the yield of papaya Formosa fertilized with different nitrogen and potassium doses in the county of Baraúna (RN). The experiment was conducted with papaya (*Carica papaya* L.), the Formosa group, cultivar 'Tainung 1'. The experimental design was randomized blocks with four replications, using for treatments composition the experimental Plan Puebla III matrix modified by Leite (1984), being composed of a combination of two factors, nitrogen and potassium doses applied in covering (fertirrigation and conventional form), using sources such as urea and potassium chloride, respectively, resulting in 10 treatments (N₁K₁ = 10%-10%; N₁K₂ = 10%-60%; N₂K₁ = 60%-10% ; N₂K₂ 60%-60%; N₂K₄= 60%-140%; N₃K₃ = 100%-100% (dose applied for WG Farm); N₄K₂ = 140%-60%; N₄K₄ = 140%-140%; N₄K₅ = 140%-190% and N₅K₄= 190%-140%. The production traits evaluated were number of accumulated marketable fruits, number of accumulated total fruits and accumulated marketable yield. From the beginning of production until the papaya completing one year, the N doses had greater significance that K doses, and the number of fruits and yield up to 38 and 46 weeks showed higher or a trend toward better outcome, with N doses between 100% (N₃) and 140% (N₄) combined with doses of K₂O of 60% (K₂). The large amount of rainfall that occurred prior to the period between the 48th and 61st weeks provided low production in this period, obtaining the best results with treatments that had received in the previous period, higher doses, especially of K₂O. With the resumption of fertilizations occurred an increment in the production, and the best results achieved with the doses of N and K corresponding to the N₃ (100%) and K₄ (190%) treatments.

Keywords: *Carica papaya*. Fertilizing. Yield.

3.3 INTRODUÇÃO

O manejo nutricional visa dar condição ao mamoeiro de responder com alta produtividade e qualidade dos frutos. E essa resposta ocorre quando há equilíbrio nutricional satisfatório (COSTA; COSTA, 2007)

Para obtenção de uma boa produtividade com alta qualidade dos frutos, a disponibilidade de água e nutrientes deve atender às exigências nutricionais crescentes, que, após o terceiro mês do plantio inicia a emissão de flores e formação do fruto e continua até o final do ciclo. Essa exigência se intensifica, quando, a partir do 9º mês de início da colheita, os nutrientes são exportados para os frutos e retirados da planta, para manter o fluxo contínuo de crescimento, emissão de flores, produção e crescimento da planta.

No Brasil, a maior parte da cultura do mamão encontra-se implantada em solos de baixa fertilidade (norte do Estado do Espírito Santo e Extremo Sul da Bahia), principalmente no que se refere aos níveis de fósforo, o que leva à utilização de altas doses de fertilizantes (OLIVEIRA et al., 2004). Solos semelhantes aos da área leste Rio Grande do Norte (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007).

Na região leste do Rio Grande do Norte, cujas condições climáticas são favoráveis, o cultivo do mamoeiro do tipo Papaia é explorado como atividade agrícola de alta rentabilidade e de grande importância econômica e social para o Estado. O mamão Formoso é mais produzido na região de Mossoró, principalmente no município de Baraúna reconhecido como a principal localidade produtora do mamoeiro do grupo Formosa.

Considerando-se que a produtividade média brasileira no primeiro ano de colheita de 40 Mg ha⁻¹ e 60 Mg ha⁻¹ para os mamoeiros Sunrise Solo e Formosa, respectivamente, esteja abaixo do potencial produtivo destas variedades, espera-se com o manejo adequado de fatores importantes de produção, como água e nutrientes, que as produtividades dos cultivos de mamão possam ser aumentadas. Isso já é evidenciado

por produtores do Extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, que vêm obtendo, em cultivos irrigados, produtividades médias de 60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ com a variedade Sunrise e 80 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ com a Formosa (OLIVEIRA et al., 2004). Essa mesma produtividade média é também encontrada no Rio Grande do Norte (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2007).

O nitrogênio é um elemento que fomenta o crescimento vegetativo, não podendo faltar nos primeiros 5 a 6 meses após o transplântio. Segundo Marinho et al. (2001), o nitrogênio (N) é um dos nutrientes cujo fornecimento está relacionado aos maiores incrementos na produtividade do mamoeiro. Harper (1994) associa esse fato a importantes funções na bioquímica das plantas por esse nutriente mineral.

A aplicação de dosagens de potássio maiores que as usuais podem provocar um efeito salino no solo e um desequilíbrio catiônico no complexo de trocas, afetando, sobretudo, a absorção de Ca²⁺ e Mg²⁺, proporcionando, assim, efeitos depressivos sobre a produção das plantas (AQUINO, 2003). Além disso, esse excesso tende a induzir alterações no peso do fruto (SILVA; MAROUELLI, 2002) e, conseqüentemente, na produtividade.

Fonseca et al. (2002) avaliaram o efeito de doses de potássio (160, 240 e 320 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) aplicadas via fertirrigação e fator Kt (coeficiente de tanque Classe A = 0,5; 0,7 e 0,9) para diferentes variedades de mamoeiro. Concluíram que as maiores massas totais comerciais de mamão foram produzidas na dose de 160 g planta⁻¹, com fator Kt=0,5 para Sunrise e fator Kt=0,7 para Baixinho de Santa Amália.

Oliveira et al. (2002) utilizaram diferentes combinações N-P-K, fornecidas como uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, para plantas de Sunrise Solo. O maior vigor de planta foi obtido quando utilizados 330 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 394 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, para solos com teores médios de K (0,20 cmol_c dm⁻³) e 120 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅

Marinho (1999), aplicando diferentes fontes e doses de N na cultivar Sunrise Solo Line 72/12, verificou aumento na produção de frutos em função do aumento das doses de N.

Segundo Santos (2006), trabalhando com diferentes doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão Formosa, observou que a utilização pelo produtor de maiores dosagens de nitrato de potássio aumenta o número de frutos por planta e a produtividade até certo valor limite, a partir do qual o valor dessas variáveis passa a decrescer, e aplicação de maiores doses de nitrato de potássio aumenta o comprimento médio do fruto.

Souza et al. (2005), avaliando o efeito das diferentes combinações de aplicação das fontes nitrogenadas sobre a produtividade e número de frutos ha^{-1} do mamoeiro Tainung 01, observou que as médias não diferiram estatisticamente, não havendo, portanto, nenhuma influência das diferentes combinações de fontes nitrogenadas sobre os parâmetros avaliados.

Em estudos sobre o efeito da interação entre N, K_2O e irrigação na produtividade do mamoeiro, no primeiro ano nas condições edafoclimáticas do Recôncavo Baiano, Silva et al. (2003) verificaram que a produtividade máxima em quatro meses de colheita foi de $26,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ na maior lâmina aplicada (152% da ET_0). A produtividade máxima ocorreu para as doses de 490 kg ha^{-1} de N e 665 kg ha^{-1} de K_2O . Os autores verificaram ainda que o efeito dos aumentos das doses de nitrogênio e potássio foi maior que os efeitos dos aumentos das lâminas de irrigação nos incrementos de produtividade do mamoeiro, sendo o nitrogênio mais limitante que o potássio. Corrêa et al. (1989) avaliou doses de nitrogênio (0 a 231 kg ha^{-1}), fósforo (0 a 297 kg ha^{-1} de P_2O_5) e potássio (0 a 231 kg ha^{-1} de K_2O) na cultura do mamoeiro 'Solo', em um Latossolo Vermelho-Escuro e verificou relação linear das doses de fósforo e

nitrogênio na produção e número de frutos; entretanto, as doses de potássio não afetaram a produção.

Considerando o baixo teor de matéria orgânica nos solos na região produtora de mamão formosa do RN e CE, a grande exigência de N pela cultura e a falta de investigações na região sobre a dose ótima para a cultura, é fundamental esse estudo, sobretudo, aquela a ser aplicada em fertirrigação. Também considerando-se que a região produtora do formosa do RN e CE tem solos ricos em Ca ($> 8\text{cmol}_c\text{ dm}^{-3}$) sendo utilizada a água de poços que exploram o aquífero calcário ($\text{CE} > 1,2\text{ ds m}^{-1}$ e $\text{Ca} > 8\text{cmol}_c\text{ dm}^{-3}$) (MEDEROS et al., 2003). Isso leva à relação Ca/K no solo superior a 15, o que pode exigir que os teores absolutos do K no solo sejam mais altos para uma boa resposta da planta ao K, mesmo considerando que naturalmente os solos da região sejam ricos neste elemento.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicados em adubação de cobertura (convencional e fertirrigação) na produtividade do mamoeiro Formosa.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Localização e delineamento experimental e tratamentos

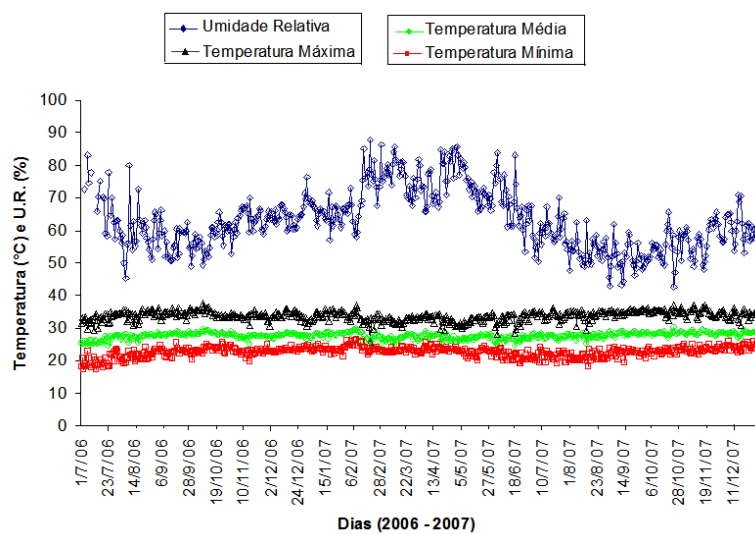
O experimento foi desenvolvido, no período de agosto de 2006 a dezembro de 2007, em área de pomar comercial, na Empresa WG Fruticultura LTDA, localizada em Baraúna, RN, Brasil (lat. $5^{\circ} 04' 44''$ S, long. $37^{\circ} 37' 26''$ W, alt. 95m).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Bsw $'$, isto é, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono, a uma distância de 40 km a oeste da sede do município de Mossoró – RN, que apresenta precipitação pluviométrica média anual de 673,9 mm, temperatura média

anual de 27,4 °C e umidade relativa média do ar de 68,9% (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1991).

Os valores de temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa e precipitação durante o experimento são apresentados na Figuras 12.

A.



B.

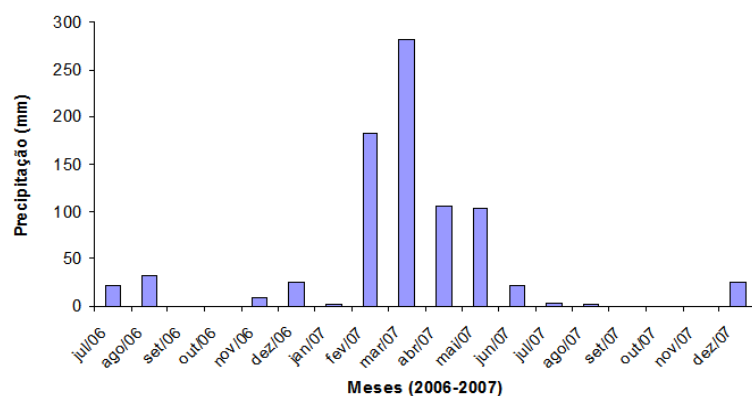


Figura 12. Umidade relativa do ar, Temperatura máxima, média, mínima (A) e precipitação (B) no período de agosto de 2006 a dezembro de 2007. UFERSA, Mossoró – RN, 2009.

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico de textura Franco - Argilosa (EMBRAPA, 1999). Os resultados da análise química realizada no Laboratório de Química e Fertilidade de Solos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA para amostra coletada na 20ª e 70ª semanas após o transplântio estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Características químicas do solo da área experimental* com 20 e 70 semanas após o transplântio (S.A.T) em três diferentes camadas. Mossoró, RN, 2006.

Época (S.A.T)	Profundidade	pH (água)	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
			mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³		
20	0-20	8,06	8,89	62,53	52,06	6,96	1,82	0,00
	20-40	8,12	18,53	62,22	47,23	6,50	1,54	0,00
	40-60	8,04	16,53	49,00	35,97	6,20	1,26	0,00
70	0-20	8,31	25,81	69,35	56,47	6,41	2,12	0,00
	20-40	8,39	10,05	39,44	31,21	6,19	2,37	0,00

* amostra de solo composta por sub-amostras coletadas em parcelas de todos os tratamentos.
Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

O delineamento experimental utilizado foram blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III modificada por Leite (1984) (Figura 1), sendo compostos da combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e dose de potássio, aplicados em cobertura (fertirrigação e forma convercional), nas formas de uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos.

A área experimental foi constituída de 40 parcelas resultantes da combinação de 10 tratamentos (Tabela 8). Cada parcela experimental foi constituída de uma fileira com 12 plantas no espaçamento 4m x 2m. Após a

sexagem, a área útil por parcela para a produção foi representada por quatro plantas medindo 96 m². O croqui e o detalhe da parcela da área experimental estão apresentados nas figuras 13 e 14.

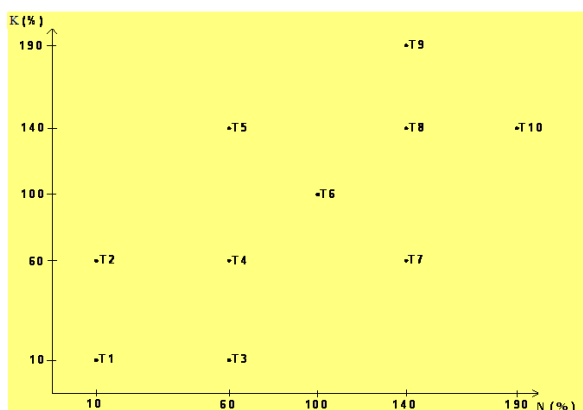


Figura 13. Composição dos tratamentos de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984). Mossoró, RN, UFERSA, 2009.

Tabela 8 - Tratamentos variando doses de N e K₂O de acordo com a matriz Plan Puebla III modificada por Leite (1984).

Tratamentos	Níveis de nutrientes (%)*	
	N	K ₂ O
T1	10%	10%
T2	10%	60%
T3	60%	10%
T4	60%	60%
T5	60%	140%
T6 (Testemunha)*	100%	100%
T7	140%	60%
T8	140%	140%
T9	140%	190%
T10	190%	140%

* Com base na marcha de adubação adotada pela Fazenda WG Fruticultura LTDA.

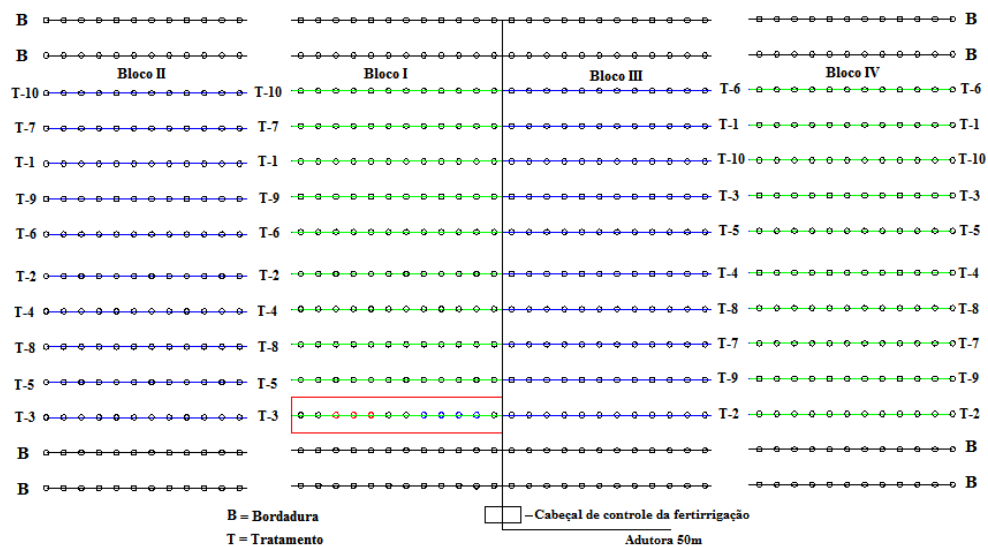


Figura 14. Croqui da área experimental. Mossoró, RN, UFERSA, 2009.

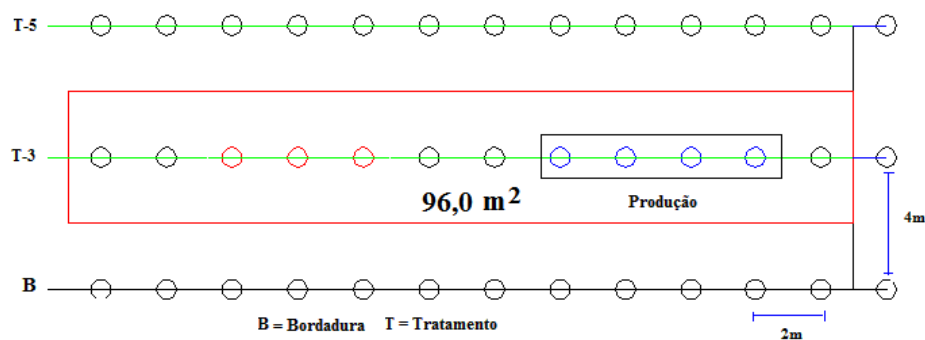


Figura 15. Detalhe da parcela experimental. Mossoró, RN, UFERSA, 2009.

3.4.2 Condução da cultura

O experimento foi desenvolvido com mamão (*Carica papaya* L.), do grupo Formosa, cultivar 'Tainung 1', que apresenta casca de coloração verde-clara e cor de polpa laranja-avermelhada, frutos grandes, de 0,9 a 2,50 kg, de ótimo sabor e produção

média de 60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

Foram aplicados 250 kg ha⁻¹ de MAP em fundação, o transplantio foi realizado, com mudas produzidas na própria empresa, dia 17 de agosto de 2006 e duas semanas após teve início a fertirrigação com 4,0 kg ha⁻¹ de uréia e 5,0 kg ha⁻¹ de KCl diariamente 6 dias por semana. A aplicação dos tratamentos, com diferenciação das doses, teve início na oitava semana após transplantio. Na 18ª semana (21/12/06) a marcha de adubação foi alterada para 5,0 kg ha⁻¹ de uréia, 6,0 kg ha⁻¹ de KCl e foi realizada uma adubação de cobertura de forma convencional com 0,2 kg planta⁻¹ da formulação NPK 10;10;10, cuja aplicação de N e K₂O foi proporcional aos tratamentos aplicados (Tabela 9). Quando o mamoeiro estava com 50 semanas do transplantio, observou-se alongamento do pescoço, com isso foi paralisada a adubação, com intuito de diminuir o crescimento vegetativo e incentivar a produção de frutos. Com a diminuição do pescoço, retomamos à adubação dia 01/11/07 com 63 semanas. Ficou sem adubar por 12 semanas.

Tabela 9 - Quantidades acumuladas de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) durante o ciclo do mamoeiro cultivado entre agosto de 2006 a dezembro de 2007. Mossoró-RN, 2009.

Semanas*	Níveis dos Nutrientes									
	N1	N2	N3	N4	N5	K1	K2	K3	K4	K5
	10%	60%	100%	140%	190%	10%	60%	100%	140%	190%
	(kg ha ⁻¹)									
14	103	133	156	180	209	131	179	219	258	307
16	106	146	178	210	250	134	201	255	308	375
18	108	158	198	238	288	138	221	288	355	438
22	115	203	273	344	432	148	285	394	503	639
35	132	306	445	584	758	176	449	668	887	1161
38	137	336	495	654	853	184	498	749	1000	1314
46	148	401	603	805	1058	201	601	921	1242	1642
61	153	430	651	873	1150	209	647	999	1350	1788
70	196	688	1081	1475	1967	277	1060	1687	2313	3096

*Semanas após o transplantio.

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

Os tratos culturais, como a sexagem, retirada de brotações laterais e controle de plantas invasoras, pragas e doenças, foram realizados conforme preconizado para a região e de acordo com a empresa WG Fruticultura, de modo que as plantas pudessem se desenvolver sem restrições que não estivessem relacionadas aos tratamentos.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, constituído de um conjunto moto-bomba, com cabeçal de controle composto de filtro de disco, cabeçal de controle formado por cinco injetores de fertilizantes tipo Venturi 3/4" e sistema de controle de vazão e pressão, com duas linhas laterais por fileira de planta, com gotejadores espaçados de 0,50 m e vazão de 2,0 L h⁻¹, para uma pressão de serviço de 100 kPa e conjunto de uniformidade de emissão de 85%.

A irrigação foi realizada diariamente para repor a avapotranspiração da cultura (ALEN et al., 1998), acrescida de 15% correspondendo à eficiência de aplicação.

O sistema de irrigação foi avaliado segundo metodologia adaptada por Merriam & Keller (1978), apresentando vazão média, coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente estatístico de uniformidade (CUE) e de: 2,4L h⁻¹, 85,73% e 87,06%, respectivamente.

Os fertilizantes aplicados separadamente em cada tratamento foram previamente dissolvidos e depois adicionados à água de irrigação, por meio de injetor do tipo Venturi (FIGURA 16).

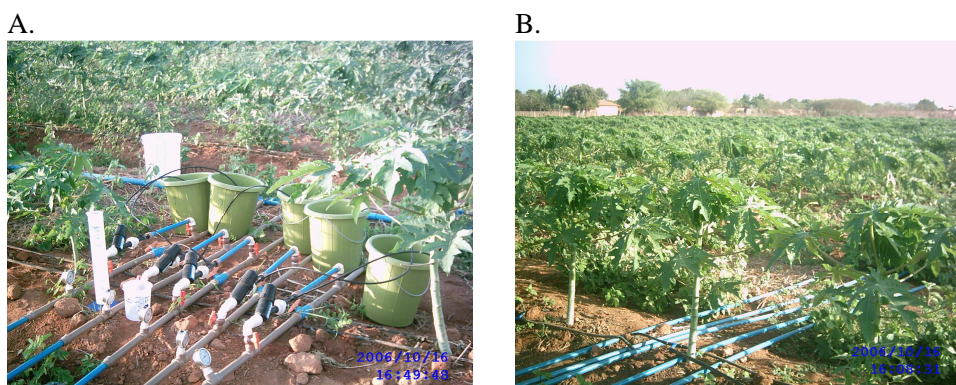


Figura 16. Os injetores do tipo Venturi instalados na área experimental (A) e a distribuição das tubulações no campo (B).

3.4.3 Colheita dos frutos

Foram realizadas 22 colheitas, sendo a primeira no dia 30 de março de 2007 (7 meses e 13 dias após o transplântio, correspondendo a 32 semanas) e a última no dia 20 de dezembro de 2007 (8 meses e 20 dias após a primeira). As 22 colheitas foram feitas por dois funcionários da empresa, ou seja, pelas mesmas pessoas, seguindo sempre o mesmo estágio de maturação de uma estria amarela. Todos os frutos foram classificados para exportação, conforme os padrões adotados na empresa. Os frutos com bactéria, deformados (Figura 17) e com virose foram quantificados e considerados refugos, como também os frutos pequenos ou grandes, acima de 1,50. Parte dos frutos considerados refugos é aproveitada para o mercado interno, como é o caso dos frutos grandes. A duração do experimento no campo, desde o transplântio até o término das avaliações, foi de 16 meses.

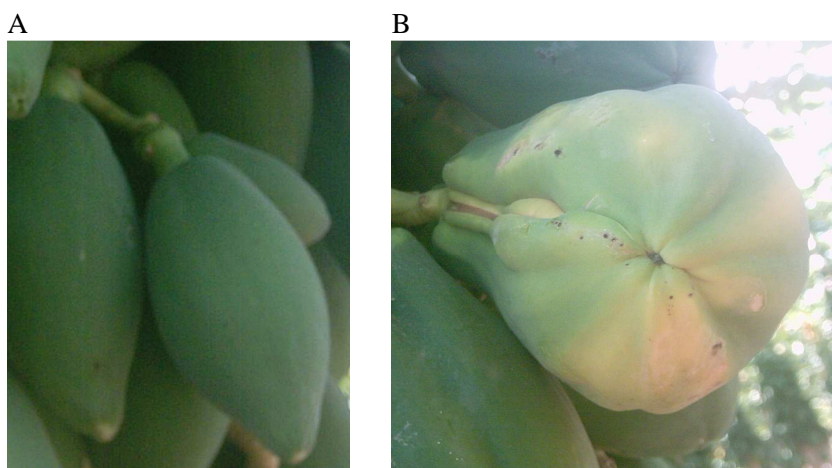


Figura 17. Frutos considerados refugos.

3.4.4 Características de produção avaliadas

3.4.4.1 Número de frutos acumulados comercializável (NFRAC) e produtividade acumulada comercializável (NFRAC)

O número de frutos comercializável foi obtido pela contagem dos frutos da área útil de cada parcela que se enquadrava dentro dos padrões de qualidade da Empresa para mercado externo e interno. A pesagem quando estimada em relação a um hectare ($1250 \text{ planta ha}^{-1}$) gerou a produtividade dos frutos comercializável em Mg ha^{-1} . O número de frutos que não se enquadrava na classificação padronizada pela empresa foi quantificado e considerado refugio. A soma do número de frutos comercializável com os número de frutos refugio, resultou no número de frutos totais acumulados

Os dados de produtividade e número de frutos por hectare foram expressos em totais acumulados para quatro ciclos de produção (até 38, 46, 61 e 70 semanas após o transplante).

3.4.4.2 Massa média dos frutos acumulados comercializável (MMFRAC)

A massa média dos frutos para cada ciclo de produção acumulados foi obtida, dividindo-se o peso pelo número de frutos de categoria (mercado externo + mercado interno) expresso em kg.

3.4.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para obtenção do erro experimental com médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e, em seguida, realizou-se análise de regressão para a superfície de resposta N x K, através do software “SAEG” v. 8.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

Adotou-se o modelo de regressão completo ($Y = a + bN + cN^2 + dK + eK^2 + fNK + gN^2K + hNK^2 + iN^2K^2$). Para a escolha do modelo de regressão, considerou-se o que apresentava 5% de significância, coeficiente de maior grau significativo a pelo menos 10% e que apresentasse maior R^2 e que o resíduo de regressão não fosse significativo a 5% de probabilidade. Todas as variáveis foram analisadas com quatro repetições. Utilizou-se, para a confecção dos gráficos, o programa estatístico Statistica (STATSOFT, 1995).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Produção acumulada ao longo do ciclo da cultura

Os frutos do mamoeiro colhidos até a 38ª semana apresentavam-se com maior massa média acumulada, devido à planta encontrar-se em pleno crescimento vegetativo e com menor número de frutos. A partir da 46ª semana, a parte vegetativa encontrava-se em equilíbrio, com número de folhas constante, e os fotoassimilados permaneciam

fixos para uma quantidade maior de frutos, resultando em frutos com menor massa média (Figura 18 C). Observou-se que 70% do número de frutos acumulados (comercializável e total) e da produtividade ocorreram aproximadamente até a 48ª semana (Figura 18 A, B, D).

Da 46ª até 61ª semanas os dados de produção cresceram numa menor proporção e de uma forma geral, independente dos tratamentos adotados. Isso pode ser explicado pelo fato de que durante esse período houve alongamento do caule, que ocorreu devido às chuvas no período anterior, que diminuiu a pega das flores, refletindo no alongamento do caule depois de aproximadamente três meses e devido a altas doses de adubação nitrogenada, que segundo Oliveira et al (2004) pode proporcionar crescimento excessivo do mamoeiro, com maior distância entre os frutos no tronco e um retardamento da floração. Paralisou-se a adubação nesse período, para diminuir o crescimento e incentivar a produção de flores e frutos na planta.

Após esse período, retomou-se a adubação, e o mamoeiro respondeu com incremento na produção, embora numa menor taxa do que foi verificado até a 46ª semana de cultivo.

É possível observar que as adubações afetaram mais o número de frutos acumulados que a massa média acumulada. Correa et al. (1989), com a adubação de P e K, obtiveram aumento do número de frutos por planta e o peso médio dos frutos.

De uma forma geral, os tratamentos com menores doses de N e K₂O proporcionaram redução no número de frutos, os quais foram compensados em parte, apresentando massas relativamente altas (Figura 18), com exceção para o tratamento N1K1, que a partir da 46ª até a 70ª semana apresentou-se com menor massa média (Figura 18: A, B e C). Por outro lado, as maiores doses de N e K aplicadas em conjunto aumentaram o número de frutos por planta, embora fossem menores

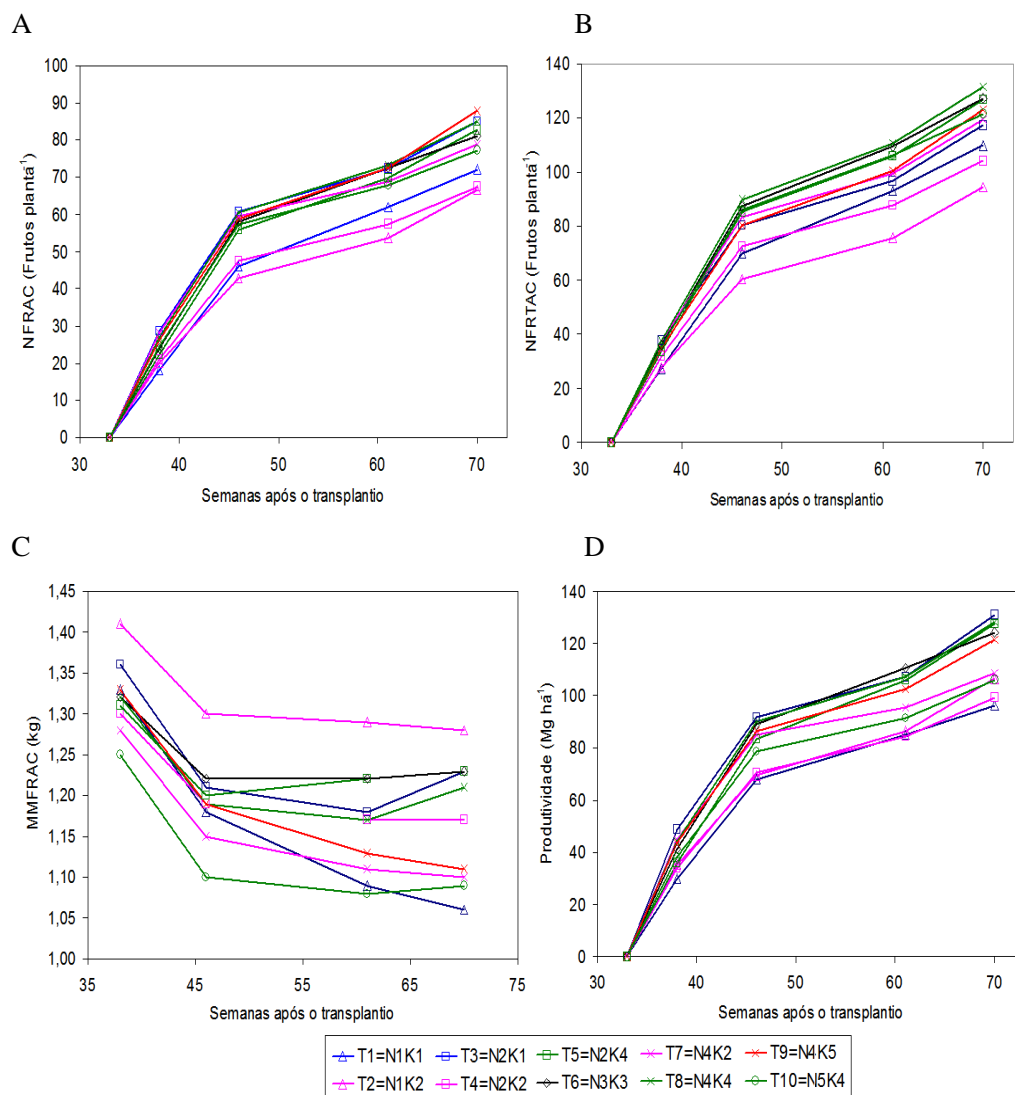


Figura 18. Curvas de número de frutos comercializável acumulados – NFRAC (A) e número de frutos total acumulados – NFRTAC (B) massa média do frutos comercializável acumulados - MMFRAC (C) e da produtividade comercializável acumulada - PRODAC (D) de mamão ‘Tainung 1’ adubado com nitrogênio e potássio durante o ciclo da cultura.

3.5.2 Número de frutos comercializável acumulados, número de frutos total acumulados e produtividade comercializável acumulada até a 38ª semana após o transplântio.

A produção de mamoeiro obtida até 38 semanas de cultivo apresentou modelo de regressão significativo para o número de frutos comercializável acumulados, número de frutos totais acumulados e produtividade comercializável acumulada com probabilidade de 0,01; 0,01 e 0,05, respectivamente (Figura 19). A massa média de frutos acumulados não apresentou nenhum modelo de regressão significativo, apresentando fruto com valor médio de 1,32 kg.

O número de frutos comercializável acumulados sofreu efeito significativo das doses de N e K sem que fosse verificada a interação entre elas. Observou-se na forma da superfície de resposta da figura 19A, um ponto de máximo, uma vez que a estimativa de autovalores apresentou sinais negativos (Tabela 10). As doses que promoveram maior número de frutos acumulados de 28,25 frutos planta⁻¹ foram com a dose fixa de N de 0,671 Mg ha⁻¹ com a dose de 0,498 Mg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 10). Entretanto, para o nível de 0,671 Mg ha⁻¹ de N a dose de K₂O extrapola o valor estimado, podendo ser considerada a dose de K₂O ao redor de 0,498 Mg ha⁻¹ em conjunto com 0,671 Mg ha⁻¹ de N, como a que proporciona maior número de frutos comercializável acumulados para a produção obtida até a 38ª semana.

O mesmo comportamento da superfície de resposta ocorreu para o número de frutos total acumulados, sendo não significativo para o K (Figura 19B). A dose que promoveu maior número de frutos totais acumulados de 38,65 frutos planta⁻¹ foi de 0,659 Mg ha⁻¹ de N com a 0,498 Mg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 10).

As doses de N que promoveram maior número de frutos comercializável acumulados foram semelhantes às que promoveram maior no número de frutos totais acumulados, indicando que os maiores acúmulos foram de frutos comercializáveis.

Os valores da massa média de frutos colhidos até 38 semanas oscilaram em 1,25 a 1,40 (Figura 18) entre os tratamentos que não diferiram entre si, estando na faixa limite da preferência para o consumo.

Marinho et al. (2001) apresentam resultados diferentes para números de frutos colhidos, até nove meses do transplântio, pois para a faixa de dose de N estudada, o número de frutos cresceu continuamente, mas quanto à massa média, a resposta foi semelhante ao verificado, pois as doses de N não afetaram o peso médio dos frutos. Já Viégas (1997), trabalhando com diferentes doses de nitrogênio, observou que a adubação nitrogenada aumentou o número e o peso dos frutos durante todo o período de colheita até nove meses.

A produtividade comercializável acumulada sofreu efeito significativo das doses de N e K sem que fosse verificada interação entre elas (Figura 19C). Observou-se para produtividade, um ponto estacionário da superfície de resposta como ponto de sela (Figura 19C), pois para cada ponto um autovalor tem um sinal positivo, enquanto que o outro tem um sinal negativo (Tabela 10). Quando ocorre ponto de sela, significa que não há um único ponto ótimo. As estimativas nos pontos de sela foram: 0,628 Mg ha⁻¹ de N e 1,010 Mg ha⁻¹ de K₂O com produtividade de 42,17 Mg ha⁻¹. A partir deste ponto, a medida que diminuiu a dose de K, a produtividade acumulada aumenta gradativamente até atingir 44,80 Mg ha⁻¹ com 0,498 Mg ha⁻¹ de K₂O, essa seria a adubação ideal para uma boa produtividade inicial.

Mesmo com o teor de K no solo na 20^a semana tenha sido baixo (0,16 cmol_c dm⁻³) e a proporção Ca/K =43 (alta), a aplicação contínua do K na fertirrigação deve ter proporcionado uma disponibilidade contínua para a planta, sem uma reserva alta na solução do solo.

A produtividade acumulada seguiu a tendência do número de fruto. Esse período correspondeu ao início da produção, quando o mamoeiro estava em pleno crescimento e iniciando a produção. Todos os nutrientes estavam sendo exigidos com alta intensidade pela planta, principalmente o N. Do primeiro ao sexto mês, a planta

precisa principalmente de N, que não pode faltar neste período; e do sétimo em diante, os maiores requerimentos são em N e K (SOUZA, 2000).

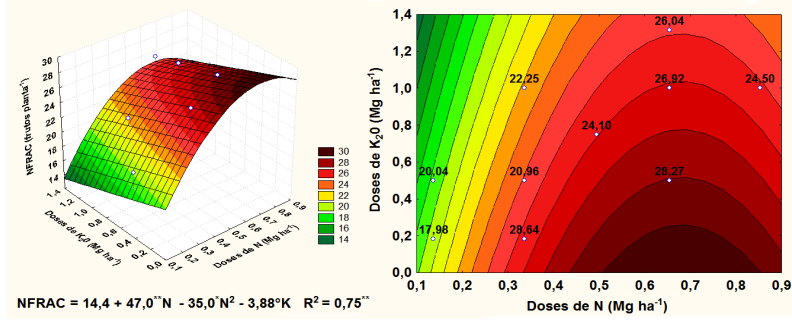
Tabela 10. Níveis de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) para pontos de máximo, mínimo ou de sela e os autovalores da matrix hessiana das superfícies de respostas significativas obtidas para as variáveis: número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRTAC), massa média de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e produtividade comercializável acumulada (PRODAC) do mamoeiro ‘Tainung 1’ adubado com diferentes doses de N e K aplicados com fertirrigação nos diferentes períodos, durante o ciclo do mamoeiro cultivado em agosto de 2006 a dezembro de 2007.

Variáveis	Ponto crítico (Mg ha ⁻¹)	Autovalores	Situação	Valor estimado
	(N;K)	38 semanas*		
NFRAC	(0,671; 0,498)	(-0,00; -70)	Máximo	28,25 (frutos planta ⁻¹)
NFRTAC	(0,659; 0,498)	(-0,00; -84)	Máximo	38,65 (frutos planta ⁻¹)
PRODAC	(0,628; 1,010)	(23,30; -123)	Sela	42,17 (Mg ha ⁻¹)
		46 semanas		
NFRAC	(0,813; 0,601)	(0,00; -76)	Máximo	61,00 (frutos planta ⁻¹)
	(0,508; 0,220)	(112; -193)	Sela	77,27 (frutos planta ⁻¹)
NFRTAC	(0,676; 1,280)	(56; -177)	Sela	89,34 (frutos planta ⁻¹)
	(0,905; 0,970)	(-47; -128)	Máximo	90,77 (frutos planta ⁻¹)
MMFRAC	(-∞; +∞)			
PRODAC	(0,697; 0,601)	(0,00; -137)	Máximo	88,78 (Mg ha ⁻¹)
		61 semanas		
NFRAC	(0,750; 0,990)	(19,26; -86)	Sela	64,42 (frutos planta ⁻¹)
	(0,496; 0,330)	(143; -217)	Sela	110,1 (frutos planta ⁻¹)
NFRTAC	(0,787; 1,350)	(34; -187)	Sela	140,6 (frutos planta ⁻¹)
	(0,911; 1,200)	(-25; -160)	Máximo	145,2 (frutos planta ⁻¹)
MMFRAC	(0,430; 1,214)	(-0,00; -0,25)	Máximo	1,25 (kg)
PRODAC	(0,658; 1,788)	(-0,00; -131)	Máximo	108,5 (Mg ha ⁻¹)
		70 semanas		
NFRAC	(1,272; 1,500)	(8,8; -23,2)	Sela	79,25 (frutos planta ⁻¹)
	(0,913; 0,470)	(40; -64)	Sela	112,3 (frutos planta ⁻¹)
NFRTAC	(1,450; 2,193)	(9,15; -58)	sela	129,7 (frutos planta ⁻¹)

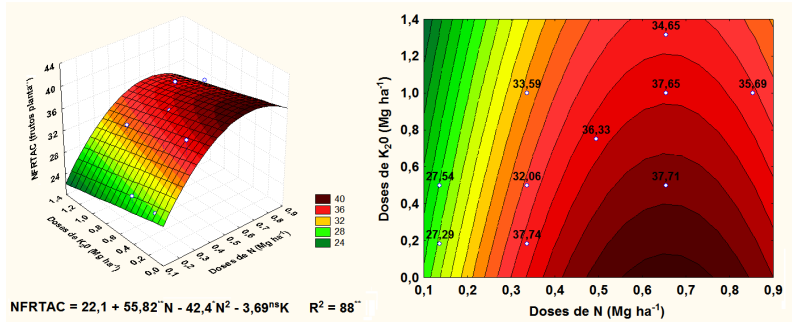
* Após o transplântio.

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

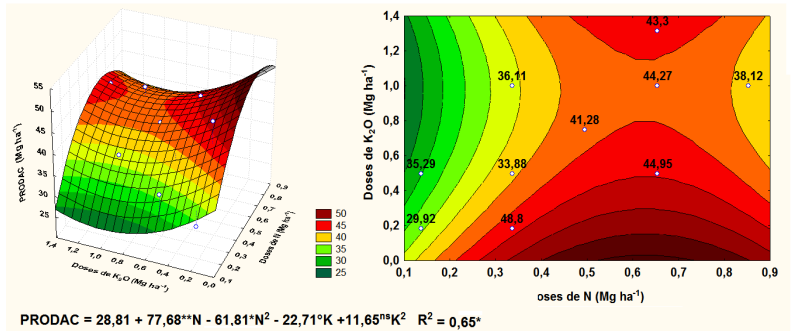
A.



B.



C.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F
^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F
^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F
^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 19. Superfície de resposta e curva de contorno para número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos totais acumulados (NFRTAC) e produtividade comercializável acumulada (PRODAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio até a 38ª semana.

3.5.3 Número de frutos comercializável acumulados, número de frutos total acumulados, massa média de frutos comercializável acumulados e produtividade comercializável acumulada até a 46ª semana após o transplântio.

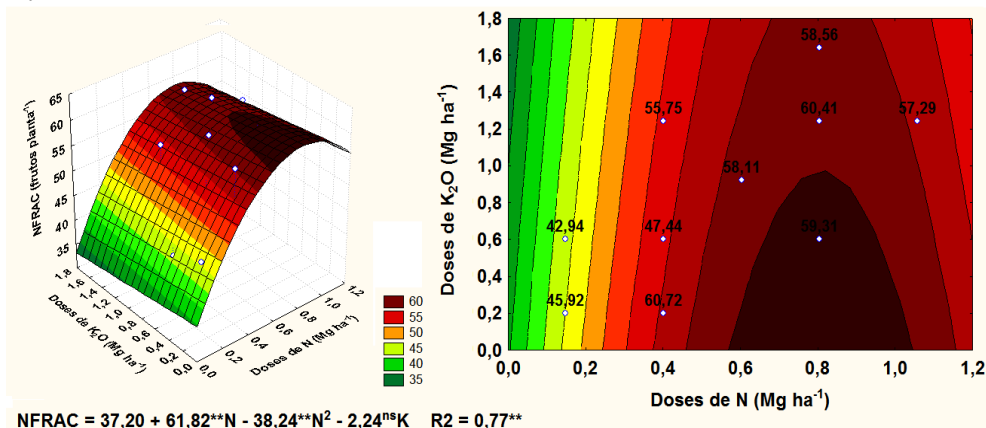
A produção de mamoeiro obtida até a 46ª semana apresentou modelo de regressão significativo para o número de frutos comercializável acumulados ($p < 0,01$), número de frutos totais acumulados ($p < 0,01$), produtividade comercializável acumulada ($p < 0,05$) e massa média de frutos acumulados ($p < 0,05$) (Figura 20, 21).

O número de frutos comercializável acumulados sofreu efeito significativo das doses de N e não significativo para as doses de K, sem que fosse verificada a interação entre elas (Figura 20A). O número de frutos acumulados apresentou um valor máximo estimado na curva de 61 frutos planta⁻¹ com as doses fixas de N de 0,813 Mg ha⁻¹ de N com 0,601 Mg ha⁻¹ de K₂O de (Tabela 10).

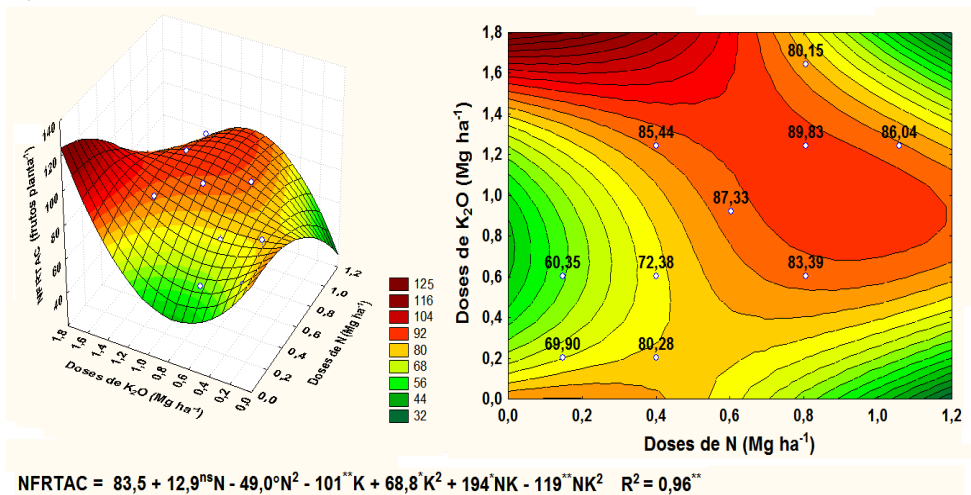
O número de frutos total acumulados sofreu efeito significativo dos componentes de interação: NK e NK², apresentando dois pontos estacionários na superfície de resposta como ponto de sela e um ponto de máximo (Figura 20B e Tabela 10). Analisando a superfície de resposta, onde os valores são maiores, partindo do ponto de sela com 0,676 e 1,280 Mg ha⁻¹ de N e K₂O respectivamente, verifica-se que o número de frutos total acumulados cresce no sentido oposto do ponto de máximo (0,905 Mg ha⁻¹ de N; 0,970 Mg ha⁻¹ K₂O) e no sentido oposto, seguindo a relação $N = 1,66 - 0,77(K_2O)$, obtendo-se o maior valor de 91,15 frutos planta⁻¹ para 0, 543 e 1,450 Mg ha⁻¹ de N e K₂O respectivamente.

Marin et al. (1995) comentam que uma planta com boa capacidade produtiva é aquela que, após nove meses de plantio, produz número de frutos igual ou superior a 70.

A.



B.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

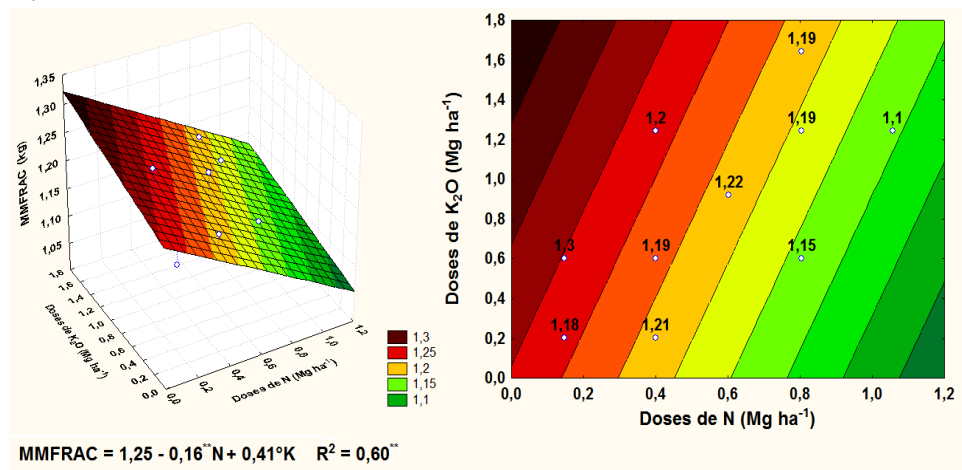
Figura 20. Superfície de resposta e curva de contorno do número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio até a 46ª semana.

A massa média de frutos comercializável acumulados sofreu efeito significativo das doses de N e K sem que fosse verificada a interação entre elas (Figura 21A). Observa-se pela superfície de resposta que a massa dos frutos acumulados tende a diminuir com a diminuição gradativa das doses de N e aumentar com o aumento das doses de K. Esse resultado corrobora Chitarra e Chitarra (2005). Segundo eles, o potássio e o nitrogênio aumentam o tamanho do fruto do mamoeiro. Santo (2006) estudou o efeito da aplicação de doses crescentes de adubação potássica (69, 137, 172 e 206 kg KNO₃ ha⁻¹ mês⁻¹), via fertirrigação, na cultura do mamoeiro Formosa, variedade 'Tainung 1', em Limoeiro do Norte, CE. Observou que a aplicação da menor dose de potássio obteve menor peso médio do fruto. Os resultados diferiram de Fonseca et al. (2009) quando foi avaliado o efeito de três doses de potássio aplicadas via fertirrigação em duas variedades de mamoeiro, concluindo que os maiores pesos médios do fruto foram produzidos com a menor dose empregada.

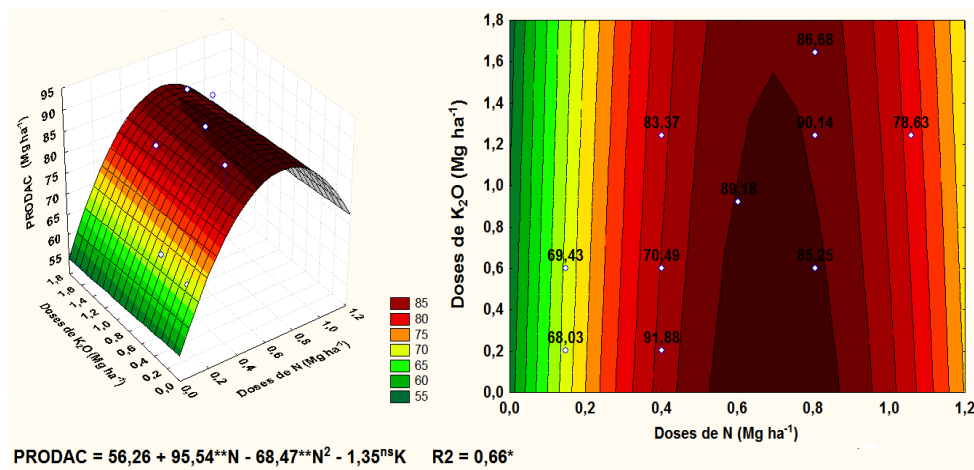
Frutos menores atendem ao mercado de fruto para mesa, segundo Couto (2004), o mercado tem preferência por frutos de 900 a 1.100 g. Frutos maiores são comercializados para industrialização, devido ao maior rendimento da polpa.

A produtividade acumulada sofreu efeito significativo das doses de N e não significativo para as doses de K sem que fosse verificada a interação entre elas. (Figura 21B). Observou-se que, com a combinação de 0,697 Mg ha⁻¹ de N com a 0,601 Mg ha⁻¹ de K₂O, apresentada pela superfície de resposta, é possível que o mamoeiro apresente uma produtividade de 88,78 Mg ha⁻¹, sendo o máximo valor estimado da curva (Tabela 10). Com essas doses, é possível obter maior produtividade com frutos menores que são preferidos para exportação. No entanto, Viégas (1997) observou um aumento da produção de frutos em função da adubação nitrogenada sem que houvesse perdas no peso médio dos frutos. Os resultados concordam com Corrêa et al. (1989), quando avaliou doses de nitrogênio, fósforo e potássio na cultura do mamoeiro 'Solo', tendo verificado que as doses de potássio não afetaram a produção.

A.



B.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 21. Superfície de resposta e curva de contorno da massa média de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e da produtividade comercializável acumulada (PRODAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio até a 46ª semana.

3.5.4 Número de frutos comercializável acumulados, número de frutos total acumulados, massa média de frutos comercializável acumulados e produtividade acumulada até a 61ª semana após o transplântio.

A produção de mamoeiro obtida até a 61ª semana apresentou modelo de regressão significativo para o número de frutos comercializável acumulados ($p < 0,01$), número de frutos totais acumulados ($p < 0,01$), produtividade comercializável acumulada ($p < 0,05$) e massa média de frutos acumulados ($p < 0,05$) (Figura 22, 23).

O número de frutos comercializável acumulados sofreu efeito significativo das doses de N e K sem que fosse verificada a interação entre elas. Observou-se na forma da superfície de resposta um ponto estacionário como ponto de sela (Figura 22A). A estimativa no ponto de sela foi de 0,642 Mg ha⁻¹ de N e 0,990 Mg ha⁻¹ de K₂O para 65 frutos planta⁻¹ (Tabela 10). A partir deste ponto, à medida que aumentam as doses de K, é possível aumentar o número de frutos acumulados até 71,54 frutos planta⁻¹ (0,642; 1,780 Mg ha⁻¹).

Quando o mamoeiro estava com 50 semanas, observou-se um alongamento no caule, com isso interrompeu-se a adubação, para diminuir o crescimento e incentivar a pega de frutos. A não pega dos frutos estimula o crescimento devido à falta do principal dreno que são os frutos. O desenvolvimento vegetativo muito elevado indica que durante esse período houve melhor uso do nitrogênio adicionado, estimulando o crescimento vegetativo. Segundo Oliveira et al (2004), o excesso de N proporciona crescimento excessivo do mamoeiro, com maior distância entre os frutos no tronco e polpa menos consistente.

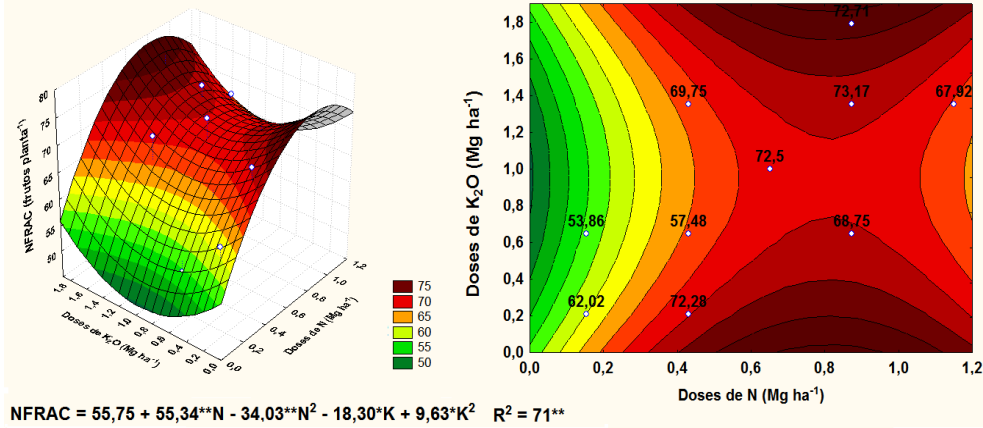
O número de frutos totais acumulados sofreu efeito significativo dos componentes da interação NK e NK² e promoveu um ponto estacionário na superfície de resposta (Figura 22B) como ponto de sela e um ponto de máximo. As doses que promoveram ponto de máximo para um número de frutos totais acumulados de 145,2 frutos planta⁻¹ foram 0,911 Mg ha⁻¹ de N com 1,200 Mg ha⁻¹ de K₂O e a estimativa do

ponto de sela foi 0,787 Mg ha⁻¹ de N e 1,350 Mg ha⁻¹ de K₂O para 141 frutos planta⁻¹ (Tabela 10). O limite máximo para número de frutos totais acumulados encontra-se no segmento da reta que se inicia no ponto de máximo e se projeta passando no ponto de sela, seguindo uma relação de N e K por N = 1,91 – 0,85 (K₂O). Usando essa relação, obtém-se número máximo de frutos totais acumulados bem acima do máximo dado pela curva, mas extrapola a área estimada em estudo.

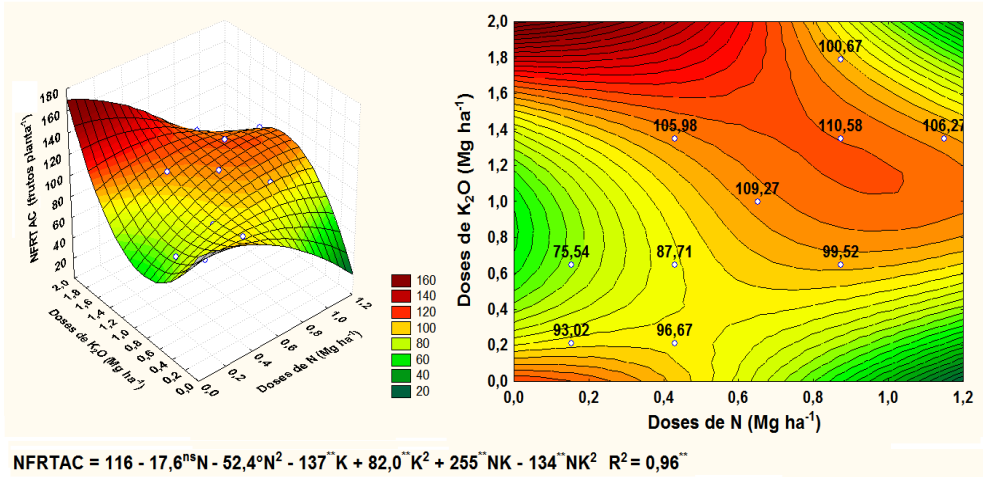
Esse limite máximo de número de frutos totais acumulados demonstra alta taxa de frutos refugos, chegando a diferença de frutos comercializável para o total a mais de 50%. Isso pode ser justificado pela paralisação da adubação, que diminuiu o crescimento vegetativo e os nutrientes presentes do solo e acumulados na planta, não sendo suficiente para a planta responder com uma alta produção de frutos, mantendo a quantidade.

A importância do equilíbrio nutricional, durante todo o ciclo da planta, foi considerada por Malavolta (1980) fundamental para se obter alta produtividade e, para isso, cada nutriente deve estar disponível na solução do solo em quantidades e proporções adequadas.

A.



B.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 22. Superfície de resposta e curva de contorno do número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRTAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio até a 61ª semana.

A massa média de frutos acumulados sofreu efeito significativo das doses de N e K₂O sem que fosse verificada a interação entre elas. Observou-se na forma da superfície de resposta da figura 23A que quanto menores as doses de N, maior a massa dos frutos. A massa média de frutos acumulados apresentou um ponto de máximo com as doses de 0,430 Mg há⁻¹ de N e 1,214 Mg ha⁻¹ de K₂O para massa de 1,25 kg (Tabela 10). Essa seria a dose recomendada para se obterem frutos com maior massa. Essa massa média está acima do intervalo considerado ideal para a comercialização de frutos do grupo 'Formosa', que varia de 800 a 1.100g, de acordo com Costa e Pacova (2003). Mas, se for aumentada a dose de N com a mesma de K₂O, ocorrerá uma diminuição na massa dos frutos, chegando a 1,10 kg, podendo ser comercializável segundo o padrão de exigência do mercado consumidor.

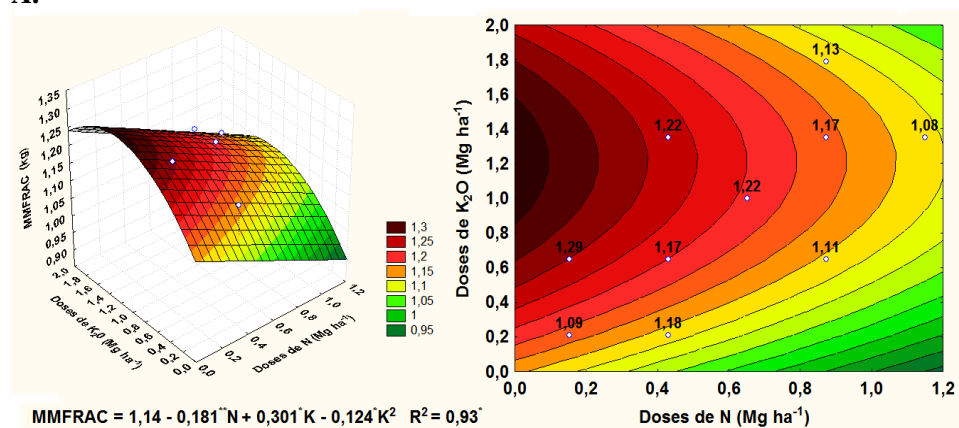
A produtividade comercializável acumulada sofre efeito significativo para a dose de N e não significativo para o K (Figura 23B). As doses que promoveram maior produtividade acumulada de 108,5 Mg ha⁻¹ foram de 0,658 Mg ha⁻¹ de N com a maior dose de K₂O (1,788 Mg ha⁻¹) (Tabela 10). Esse resultado difere do encontrado por Oliveira e Caldas (2004) tendo a adubação nitrogenada e potássica proporcionado aumentos de produtividade e o ponto de máximo para a produtividade estimada foi de 93,41 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de frutos de mamão no primeiro ano de colheita, nas doses máximas físicas de 347 e 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e K₂O, respectivamente.

Durante esse período, predominou a relação de 1:2 e ou 1:3. Neste período, havia sido paralisada a adubação, portanto a área com maior acúmulo de nutrientes no solo, principalmente o K, apresentou maior produção.

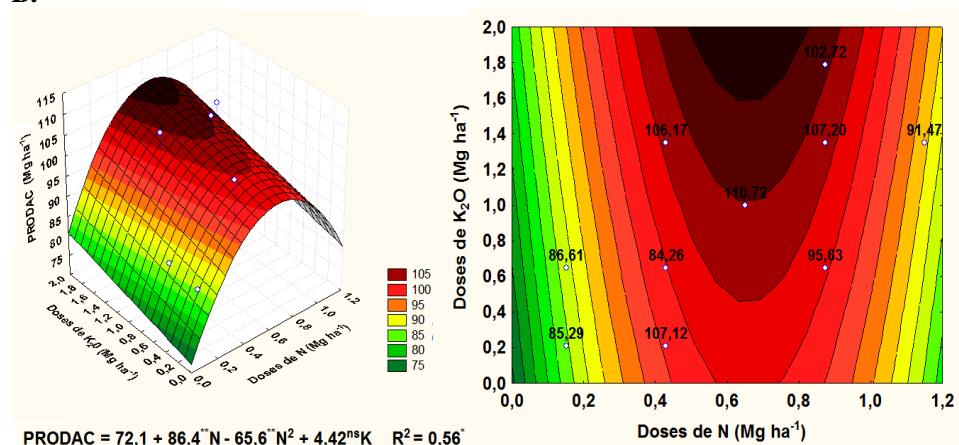
Considerando a superfície de resposta para a produtividade e massa média de frutos colhidos até 61 semanas após o transplante, verifica-se que a dose de 0,658 Mg ha⁻¹ de N juntamente com maiores doses de K₂O estudadas (em torno de 1,60 Mg ha⁻¹) tendem a uma maior produtividade e a apresentarem frutos de massa inferior a 1,2 kg, em média. Entretanto, adubando com a dose mínima de K₂O (em torno de 0,60 Mg ha⁻¹)

1) pode-se ter frutos menores, potencializando a exportação, mas com pequena diminuição na produtividade.

A.



B.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 23. Superfície de resposta e curva de contorno da massa média de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e da produtividade comercializável acumulada (PRODAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio até a 61ª semana.

3.5.5 Número de frutos comercializável acumulados número de frutos totais acumulados, massa média de frutos comercializável acumulados e produtividade comercializável acumulada até 70ª semana após o transplântio

Na produção acumulada até a 70ª semana, houve efeito significativo somente para o número de frutos comercializável acumulados ($p < 0,05$) e número de frutos totais acumulados ($p < 0,05$) (Figura 24). O valor médio da massa de frutos acumulados até 70 semanas foi de 1,17 kg e para produtividade comercializável acumulada de 124 Mg ha⁻¹.

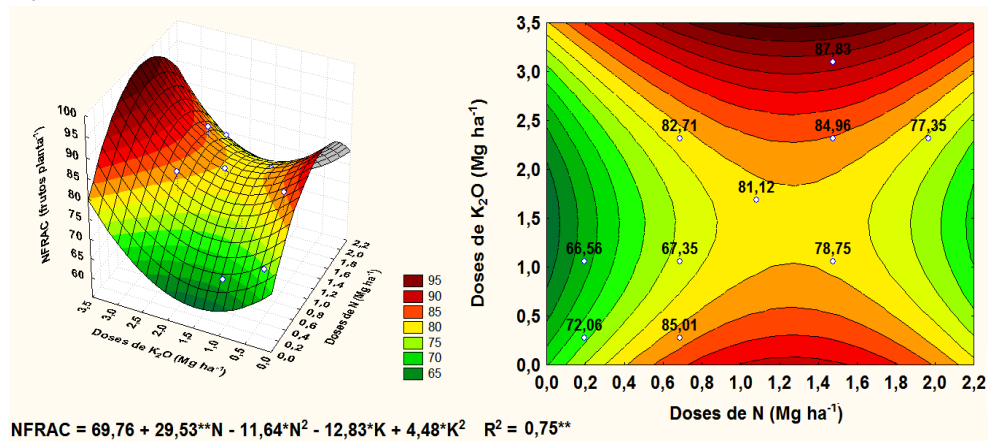
O número de frutos comercializável acumulados sofreu efeito significativo das doses de N e K sem que fosse verificada a interação entre elas, similar ao encontrado na 61ª semana. Observou-se na forma da superfície de resposta um ponto estacionário como ponto de sela (Figura 24A). A estimativa no ponto de sela foi de 79 frutos planta⁻¹ para 1,272 Mg ha⁻¹ de N e 1,500 Mg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 10). A partir do ponto de sela com a mesma dose de N e aumentando a de K, é possível aumentar a produção para 88,44 frutos planta⁻¹ o que se consegue com 2,90 Mg ha⁻¹ de K₂O.

O número de frutos total acumulados sofreu efeito significativo dos componentes da interação: NK e NK² com dois pontos estacionários na superfície de resposta como ponto de sela (Figura 24B), modelo semelhante ao verificado para 61 semanas do ciclo. As estimativas no ponto de sela com maior número de frutos foram de 1,450 Mg ha⁻¹ de N e 2,193 Mg ha⁻¹ de K₂O com 129,73 frutos planta⁻¹ (Tabela 10) a partir do ponto de sela aumentando as doses de N e K₂O. O número de frutos totais chega a 133 frutos planta⁻¹, isto ocorre até o limite de uma dosagem de 1,10 e 2,55 Mg ha⁻¹ de N e K₂O, dentro do limite estudado.

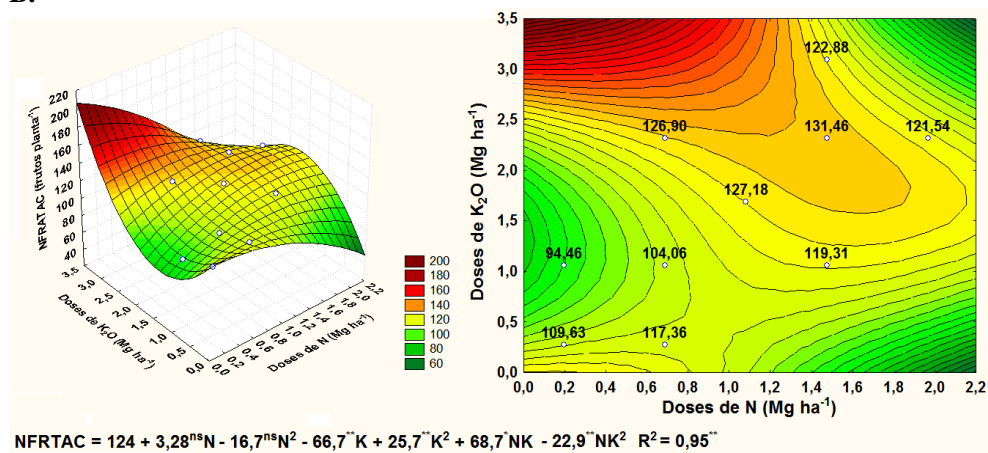
Para a massa média de frutos comercializável acumulada e produtividade comercializável acumulada, as doses de N e K₂O não apresentaram nenhum efeito significativo. A massa média de frutos acumulados oscilou em torno de 1,06 a 1,28 kg e a produtividade acumulada de 96 a 131 Mg ha⁻¹ (Figura 18). Resultado bem acima do

apresentado por Silva et al. (2004) no município de Santa Fé do Sul em São Paulo onde a produtividade média, durante dois anos, foi de 59 Mg ha⁻¹ com mamoeiro Formosa ‘Tainung 1’.

A.



B.



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste ‘t’ ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste ‘t’ ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste ‘t’ ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste ‘t’.

Figura 24. Superfície de resposta e curva de contorno do número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos total acumulados (NFRTAC) de mamão adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio até a 70ª semana.

No final deste período, o pomar não respondia à adubação como desejado aliado a um alto índice de viroses, identificando, portanto, o final do ciclo produtivo.

3.6 CONCLUSÕES

Do início da produção até o mamoeiro completar um ano, as doses de N apresentaram-se com maior significância que as doses de K, apresentando o número de frutos e a produtividade até 38 e 46 semanas maiores ou uma tendência de melhor resultado, com doses de N entre 100% (N3) e 140% (N4), combinadas com as doses de K₂O de 60% (K2).

A grande quantidade de chuvas ocorridas anteriormente ao período compreendido entre a 48^a e 61^a semana proporcionou baixa produção neste período, obtendo-se os melhores resultados com os tratamentos que tinham recebido no período anterior, maiores doses, principalmente de K₂O.

Com a retomada das adubações após 60 semanas de cultivo, ocorreu um incremento na produção, sendo os melhores resultados alcançados com as doses de N e K correspondentes aos tratamentos N3 (100%) e K4 (190%).

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297p. (FAO, Irrigation and Drainage, 56).

AQUINO, B. F. **Adubos e Adubação**. Fortaleza: UFC, 2003. 241 p. (Material Didático).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós – colheita de frutos hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CORREA, L. de S.; FERNANDES, F. M.; NASCIMENTO, V. N. Adubação do mamoeiro (Carica papaya) cv. Solo. I Efeitos sobre a produção. In: CONGRSSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: EPACE, 1989. P. 285-290

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

COSTA, A.N. da; COSTA, A. de F. S da. Diagnóstico e recomendação de adubação para o mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. de F. S. da C. (Ed). **Manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, 2007. p. 15-26.

COSTA, A. de F. S. da; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da. **A cultura do mamão: tecnologia e produção**. Vitória, ES: INCAPER, 2003. cap. 3, p. 59-102.

COUTO, F. A. d' A.; FONTES, J. R. M.; BERTINI, L. A. Cultivo do mamão. Brasília: SENAR, 2004. 92p.

EMBRAPA. **Manual de análise químicas dos solos, plantas e fertilizante**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 1999. 370p.

FONSECA, K. M.; OLIVEIRA, C. A. S.; YAMANISHI, O. K.; QUADROS, M. **Crescimento da planta e produção de duas cultivares de mamão fertirrigadas com potássio em um solo de cerrado**. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/climassolosnutricao/221.htm> Acesso em: 10 fev. 2009.

HARPER, J.E. Nitrogen Metabolism. In: Boote, K.J., Bennett, J.M., Sinclair, T.R., Paulsen, G.M. (Ed). Physiology and determination of crop yield. Madison, USA: American Society of Agronomy, **Crop Science Society of America, Soil Science Society of America**, 1994, p.285-302.

LEITE, R. de A. **Uso de matrizes experimentais e de modelos estatísticos no estudo do equilíbrio fósforo-enxofre na cultura da soja em amostras de dois latossolos de Minas Gerais**. 1984. 87p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

MARINHO, C. S. **Avaliação do estado nutricional e adubação do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Norte Fluminense**. 1999. 80 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, RJ, 1999.

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

MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. DE A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J. DA; ALVES, L. P. **Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.7, n.3, p.469-472, 2003.

MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. de A. Fertirrigação na cultura do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. de F. S. da C. (Ed). **Manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, 2007. p. 43-61.

MERRIAN, J.L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: 3. Ed. Utah State University, 1978.

OLIVEIRA, A.M.G.; CALDAS, R.C.; OLIVEIRA, G.X.S.; QUADROS, W.S. Desenvolvimento vegetativo e qualidade dos frutos de mamoeiro Sunrise Solo em função de doses de nitrogênio, fósforo e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém,. **Anais**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura/Embrapa. 1 CD-Rom.

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, 2004. 10p. (circular Técnico, 69).

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.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SANTOS, F. S. S. dos. **Diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão Formosa**. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006. 64p.

SILVA, T.S.M., COELHO, E.F., PAZ, V.P.S., COELHO FILHO, M.A., SOUZA, E.A. **Efeito da interação entre N, K₂O e irrigação na produtividade do mamoeiro no primeiro ano nas condições do Recôncavo Baiano.** Bahia, 2003. 4p.

SILVA, M. de C. A. da.; TARSITANO, M. A. A.; CORRÊA, L. de 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, SP, v. 26, n. 1, p. 40-43, 2004.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. **Fertirrigação de hortaliças.** Irrigação & Tecnologia Moderna. Brasília, v. 52/53, 2001/2002.

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

SOUZA, T. V.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. da S.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L. produtividade sob cinco combinações de aplicação de fontes nitrogenadas ao longo do ciclo. In: MARTINS, D. dos S (Ed.). **Mercado e inovações tecnológicas para o mamão.** Vitória: Incaper, 2005.p. 344-346.

STATSOFT, INC. **Statistica for windows** – computer program manual. Tulsa,UK: statsoft, 1995.

VIÉGAS, P. R. A. **Teores de nitrogênio em tecidos foliares, produção e qualidade de frutos de mamoeiro, em função da adubação nitrogenada.** 1997. 62 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

VIÉGAS, P. R. A.; SOBRAL, L. F.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; D'ARAUJO COUTO, F. A.; CARVALHO, E. X. Teores de nitrogênio em tecidos foliares associados à produção máxima de frutos de mamoeiro. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., 1998. Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA, 1998. p. 503

Capítulo 4

QUALIDADE DO FRUTO DO MAMOEIRO 'TAINUNG 1' ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

QUALIDADE DO FRUTO DO MAMOEIRO 'TAINUNG 1' ADUBADO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO

RESUMO

O mamoeiro é uma planta muito exigente em água e nutrientes e o nitrogênio e o potássio são os que têm apresentado maiores respostas em termos de qualidade. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de N e K₂O na qualidade de mamão no município de Baraúna (RN). O experimento foi desenvolvido com mamão (*Carica papaya* L.), do grupo Formosa, cultivar Tainung 01. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III, modificada por Leite (1984), sendo compostos da combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e potássio aplicados em cobertura (fertirrigação e de forma convencional), usando como fontes a uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos (N₁K₁=10%-10%; N₁K₂=10%-60%; N₂K₁=60%-10%; N₂K₂=60%-60%; N₂K₄=60%-140%; N₃K₃=100%-100% (dose aplicada pela Fazenda WG); N₄K₂=140%-60%; N₄K₄=140%-140%; N₄K₅=140%-190%; N₅K₄=190%-140%). Foram feitas três análises pós-colheita, correspondendo a 35^o, 46^o e 70^o semanas após o transplante. As avaliações foram realizadas imediatamente após a colheita. Determinou-se a firmeza de polpa, espessura da polpa, cavidade interna, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação de SS/AT e teor de ácido ascórbico. As diferentes doses de nitrogênio e potássio não influenciaram nos parâmetros de qualidade do fruto do mamoeiro, com exceção para firmeza de polpa, após 46 semanas do plantio, apresentando significância entre os componentes da interação, na proporção de N/K do ponto de máximo. Os frutos apresentaram qualidade pós-colheita independentemente dos tratamentos.

Palavras-chave: *Carica papaya*. Adubação. Características físico-químicas.

QUALITY OF PAPAYA FRUIT 'TAINUNG 1' FERTILIZED WITH NITROGEN AND POTASSIUM

ABSTRACT

The papaya plant is very demanding in water and nutrients and nitrogen and potassium are the ones that have shown greater responses in terms of quality. Within this context, it was aimed to evaluate the effect of different doses of N and K₂O in the quality of papaya in the county of Baraúna (RN). The experiment was conducted with papaya (*Carica papaya* L.), the Formosa group, cultivar 'Tainung 1'. The experimental design was randomized blocks with four replications, using for treatments composition the experimental Plan Puebla III matrix modified by Leite (1984), being composed of a combination of two factors, nitrogen and potassium doses applied in covering (fertirrigation and conventional form), using sources such as urea and potassium chloride, respectively, resulting in 10 treatments (N₁K₁ = 10%-10%; N₁K₂ = 10%-60%; N₂K₁ = 60%-10% ; N₂K₂ 60%-60%; N₂K₄= 60%-140%; N₃K₃ = 100%-100% (dose applied for WG Farm); N₄K₂ = 140%-60%; N₄K₄ = 140%-140%; N₄K₅ = 140%-190% and N₅K₄= 190%-140%. Three post-harvest analyses were made, corresponding to 35th, 46th and 70th weeks after transplanting. The evaluations were conducted immediately after harvest. It was determined pulp firmness, pulp thickness, internal cavity, soluble solids content, pH, titrable acidity, SS/TA ratio and ascorbic acid content. The different doses of nitrogen and potassium did not influence the quality parameters of the papaya fruit, except for pulp firmness after 46 weeks of planting, with significant interaction between the components at a ratio of N/K of the maximum point. The fruits showed good post-harvest quality regardless of treatments.

Keywords: *Carica papaya*. Fertilizing. Physico-chemical traits.

4.3 INTRODUÇÃO

O mamoeiro, *Carica papaya* L., é originário do continente americano e encontra-se amplamente cultivado e consumido em vários países nas regiões tropical e subtropical. Possui frutos aromáticos, com relativo teor de ácido ascórbico (vitamina C), recomendados em dietas alimentares pelo seu valor nutritivo e digestivo. No Brasil, o cultivo do mamoeiro destina-se basicamente à produção de frutos, visando ao seu consumo como fruta fresca, tanto no mercado nacional como no internacional. Entretanto, vários produtos ou subprodutos podem ser obtidos a partir dos frutos ou da planta de mamoeiro, como por exemplo, doces, compotas, geléias, néctar e papaína, os quais, infelizmente, muito pouco, são explorados (BENASSI, 2006).

Atualmente, o híbrido do grupo Formosa ‘Tainung 1’ é o mais aceito comercialmente, apresentando casca de coloração verde-clara e polpa laranja-avermelhada. Os frutos pesam de 900 a 1.100 g e tem ótimo sabor, boa durabilidade, resistência ao transporte, pouca resistência ao frio, além de grande aceitação no mercado interno (COSTA; PACOVA, 2003).

Na comercialização a granel, a qualidade é comprometida por danos mecânicos, como arranhões, cortes e abrasões, que favorecem a incidência de doenças aumentando, conseqüentemente, as perdas. Sob temperatura ambiente (27,4 °C), a vida útil pós-colheita é estimada em seis dias, ocorrendo, posteriormente, murchamento e intensa infestação de patógenos (RIBEIRO, 2002).

A comercialização do mamoeiro também é influenciada pela firmeza dos frutos, pois aqueles de baixa firmeza são mais vulneráveis ao armazenamento, transporte, manuseio e têm a vida útil reduzida. Por isso, recomenda-se a adoção de tratamentos culturais, critérios de coloração adequados de frutos para colheita e o manuseio dos frutos na pós-colheita para garantia de mercado (MIRANDA et al., 2002).

Os parâmetros adotados na avaliação da qualidade dos frutos de mamoeiro são: a) de natureza física (forma, comprimento, diâmetro, cor e firmeza), b) de natureza

química (sólidos solúveis, pH, acidez titulável, rendimento em polpa). Vários fatores influenciam essas características como cultivar, época e local de colheita, condições edafoclimáticas, tratos culturais, manuseio dos frutos durante a colheita e pós-colheita, exigências do mercado e a distância do centro consumidor (MIRANDA et al., 2002).

A qualidade dos frutos do mamoeiro, determinada pelos níveis de açúcares, ácidos orgânicos e minerais presentes na polpa, varia de acordo com o tipo de mamão, cultivar, tratos culturais no pomar e, principalmente, pelo estágio de maturação na colheita (BLEINROTH; SIGRIST, 1989). A acidez do mamão é muito baixa (em torno de 0,10%), o que contribui para que seu pH seja relativamente alto (em média 5,5-5,9) (FOLEGATI; MATSUURA, 2002)

Frutos destinados à exportação ou armazenagem por períodos longos devem ser colhidos preferencialmente no estágio de maturação 2 (MEDINA et al., 2002). De acordo com Costa e Balbino (2002), as colheitas de frutos que atingiram a maturidade fisiológica devem ser feitas quando apresentam estrias amarelas na casca, assegurando que amadureçam de forma correta após a colheita. Quanto maior a porcentagem de coloração amarela da casca, mais alto é o padrão de qualidade da polpa atingida depois do amadurecimento pelo elevado conteúdo de açúcares.

Os frutos por ocasião da colheita devem apresentar no mínimo 11% em teor de sólidos solúveis (SS), pH de 4,5 a 6,0 e os valores de acidez titulável entre 0,08 e 0,13% de ácido cítrico. Esses atributos de qualidade estão associados ao estágio de maturação dos frutos, teor de açúcares, cultivar, condições climáticas, fertilidade do solo, época de produção (FANGUNDES; YAMANISH, 2001).

Na composição química da polpa do mamão, predominam água (86,8%), açúcares (12,18%) e proteínas (0,5%). Souza (1998) e Manica (2006) afirmam que o fruto é considerado importante fonte de carotenóides e precursores da vitamina A. Apresenta um bom teor em ácido ascórbico (35 a 84 mg/100 mL), sendo que essa composição do mamão pode variar em função dos teores de nutrientes do solo, época do ano, da cultivar e do grau de maturação do fruto (CONABIO, 2007). Em mamão,

diferentemente do que ocorre na maioria dos frutos, verifica-se um aumento gradual nos teores de vitamina C até o completo amadurecimento do fruto (SELVARAJ et al., 1982).

O ácido ascórbico é um antioxidante, e por isso o consumo frutos/hortaliças com as características citadas anteriormente pode potencializar o efeito oxidante do nitrito sobre a molécula de hemoglobina. Além disso, a deficiência de vitamina C no organismo humano, causada pelo seu baixo consumo, eleva as taxas de conversão de nitrato em nitrito e de nitrosilação do nitrito, etapas da síntese de nitrosaminas (MOZAFAR, 1993).

O mamoeiro é uma planta muito exigente em água e nutrientes, principalmente no primeiro ano de cultivo, o que torna indispensável a prática de adubações e irrigação na medida certa para manter um bom ritmo de produção e crescimento da planta. Além disso, a água e nutrientes fornecidos às plantas de mamoeiro influenciam diretamente na qualidade dos frutos.

A visão inovadora dos sistemas agrícolas passa pela inserção de tecnologias no sentido de aperfeiçoar os recursos disponíveis no sistema de produção agrícola, com ênfase na produtividade e qualidade dos frutos, e, nesse contexto, a nutrição de plantas é um tema de grande importância para o entendimento do equilíbrio nutricional e dos mecanismos de absorção dos nutrientes e suas funções no metabolismo da planta, fatores esses, associados aos aumentos de produtividade e qualidade (COSTA et al., 2005).

As adubações nitrogenadas e potássicas apresentam grande importância para várias fruteiras, uma vez que interferem não só na quantidade produzida, mas também na qualidade do fruto. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes que têm apresentado maiores respostas em termos de qualidade dos frutos. Altas doses de nitrogênio reduzem o teor de sólidos solúveis do suco dos frutos. Entretanto, doses mais elevada de potássio têm aumentado esse teor na maioria das plantas estudadas, indicando que o

balanço de nitrogênio e de potássio é extremamente importante para a qualidade dos frutos (ARAÚJO, 2001).

Uma proporção K/N baixa ocasiona a formação de frutos com polpa menos consistente, com menos resistência a transporte (COELHO FILHO et al., 2007). Para Medina (1989), a proporção dos nutrientes nitrogênio e potássio, aplicados conjuntamente, deve ficar 1:1 e 1:5. O aumento dessa relação pode provocar crescimento vegetativo em excesso e, conseqüentemente, menor produção de frutos e apresentarão características de qualidade inferior, tais como sabor aguado, casca fina, polpa mole e aspecto aquoso (COELHO et al., 2005).

Souza et al. (2005) observaram efeito não significativo, quanto avaliação à diferentes combinações de fontes nitrogenadas para mamoeiro 'Tainung 1', obtendo espessura média da polpa variando de 2,19 a 2,38 cm, SS de 11,71 a 12,22; e pH de 5,12 a 5,19. Kist & Manica (1995), em estudo de densidades de plantio e características dos frutos do mamoeiro Formosa, observaram valores de espessura de polpa entre 2,38 e 2,58 cm. Segundo os autores, a espessura pode variar conforme as cultivares utilizadas.

Santana et al. (2004), em avaliação sensorial, físico-química e industrial de frutos de genótipos melhorados de mamão (grupo Formosa), encontraram valores de pH de 5,19 a 5,59 e valores médios de sólidos solúveis na faixa de 9,0 a 14% Sólidos solúveis. Soler et al. (1985) observaram valores de sólidos solúveis próximos de 12% sólidos solúveis para a variedade de solo. Draetta et al. (1975) relataram que o pH do mamão comum variou de 4,9 a 5,8, enquanto uma cultivar do grupo Solo, de 5,0 a 5,5.

Coelho et al. (2005), trabalhando com a cultivar 'Tainung 1', do grupo Formosa usando três fontes de N, consideraram os resultados obtidos na adubação com uréia, a espessura da polpa, o teor de sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT), a relação SS/AT e o pH foram 25,02 mm; 12,66 %; 0,072 %; 184,59 e 5,03, respectivamente.

Marinho et al. (2001), analisando os frutos de mamão da variedade Sunrise Solo, cultivados em diferentes doses e fontes de N, observaram que o aumento das doses não afetou o pH e teor de ácido cítrico dos frutos.

Malavolta et al. (1997) afirmam que o aumento de doses de fertilizantes, objetivando elevar a produção, pode provocar uma redução na qualidade dos frutos, afetando o tamanho, a resistência ao transporte e ao armazenamento, a coloração interna e o teor de sólidos solúveis dos frutos.

O excesso de nitrogênio promove casca fina, frutos moles (muita água), sabor alterado, crescimento excessivo da planta e frutos muito distanciados (VITTI et al., 1988). A absorção de nitrogênio pelas plantas em quantidades acima do requerimento metabólico favorece o aumento do teor de nitrato e a diminuição da concentração de ácido ascórbico em hortaliças (MOZAFAR, 1993).

Santos (2006), ao variar lâminas de irrigação no mamoeiro 'Tainung 1', não verificou diferença significativa no comprimento e no teor de sólidos solúveis, com valor médio de 12,2 % Sólidos solúveis, porém, quando variou a adubação potássica, o autor verificou diferença significativa no comprimento de frutos, mas não verificou no teor de sólidos solúveis, com valor médio de 12% Sólidos solúveis.

Não obstante às condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento do cultivo do mamão no Rio Grande do Norte, é notória a carência de informações técnicas relevantes, essenciais e precisas acerca do sistema produtivo do mamoeiro, dentre as quais as necessidades nutricionais da cultura. Esse contexto torna-se mais evidente com a expressiva competitividade no setor produtivo adicionado ao rigor internacional no que tange à qualidade dos frutos exportados.

O trabalho teve como objetivo verificar o efeito de cinco diferentes doses de nitrogênio e potássio nas características físicas e químicas dos frutos do mamoeiro 'Tainung 1'.

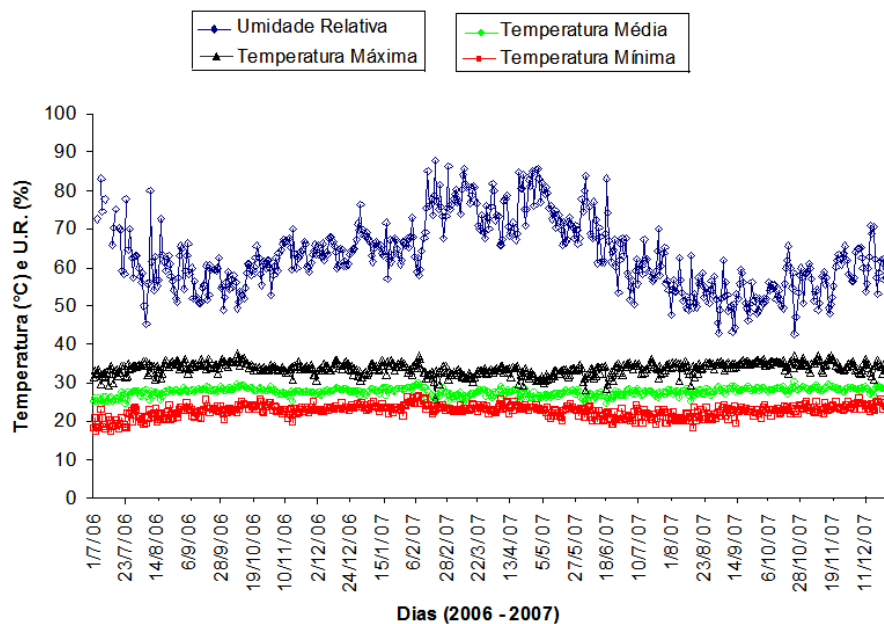
4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Empresa WG Fruticultura LTDA, localizada no município de Baraúna, com mamoeiro do grupo Formosa, variedade Tainung 1. Fruto com polpa laranja-avermelhada, frutos grandes, de 0,900 a 2,5 kg, de ótimo sabor e produção média de 60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

O município de Baraúna - RN, Brasil (lat. 5° 04' 44" S, long. 37° 37' 26" W), está localizado na Chapada do Apodi, anexando-se a oeste do município de Mossoró-RN, que apresenta clima BSw^h muito seco e estação chuvosa no verão e atrasando-se para o outono, temperatura média de 27,4°C, com precipitação pluviométrica em média de 673,9 mm, e umidade relativa de 68,9% (CARMO FILHO e OLIVEIRA, 1991).

Os dados climáticos foram fornecidos pela estação meteorológica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró/RN, distante 40 Km da área experimental. Os valores de umidade relativa, temperaturas máxima, média e mínima e precipitação são apresentadas na Figuras 4. Os dados correspondem ao período da 1° colheita até a última.

A.



B.

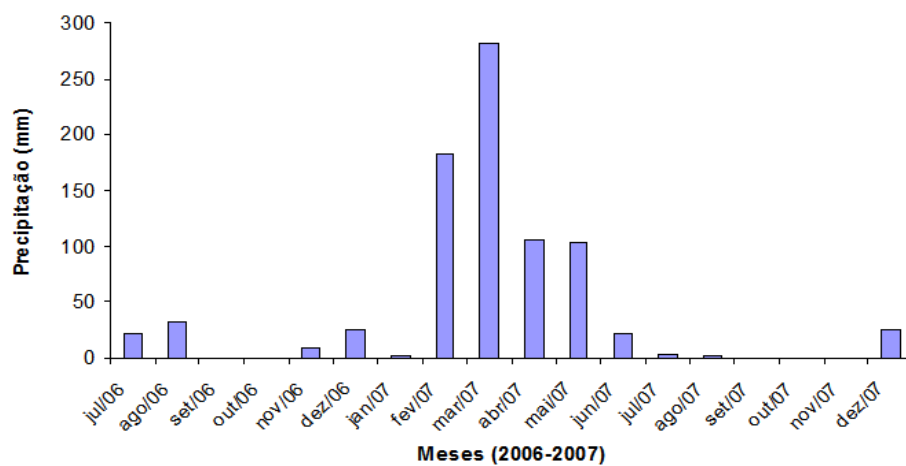


Figura 25. Umidade relativa, temperaturas máxima, média e mínima (A) e precipitação (B), no período de 30 de março a 21 de dezembro de 2007. UFERSA, Mossoró – RN, 2009.

O solo do pomar é um Cambissolo Háplico de textura franco - argilosa (EMBRAPA, 1999). As características químicas do solo estão apresentadas na tabela 11.

Tabela 11 - Características químicas do solo da área experimental com 20 e 70 semanas após o transplântio (S.A.T) em três diferentes camadas. Mossoró, RN, 2006.

Época (S.A.T)	Profundidade	pH (água)	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
			mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³		
20	0-20	8,06	8,89	62,53	52,06	6,96	1,82	0,00
	20-40	8,12	18,53	62,22	47,23	6,50	1,54	0,00
	40-60	8,04	16,53	49,00	35,97	6,20	1,26	0,00
70	0-20	8,31	25,81	69,35	56,47	6,41	2,12	0,00
	20-40	8,39	10,05	39,44	31,21	6,19	2,37	0,00

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

O delineamento experimental utilizado foi: blocos casualizados, com 4 repetições, utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III modificada por Leite (1984), sendo compostos da combinação de dois fatores: doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação e cobertura convencional, nas formas de uréia e cloreto de potássio, respectivamente, obtendo-se 10 tratamentos.

A área experimental foi constituída de 40 parcelas resultantes da combinação de 10 tratamentos. Cada parcela experimental foi constituída de 12 plantas com espaçamento 4m x 2m, sendo os frutos coletados em quatro plantas previamente relacionadas.

Foram aplicados 250 kg de MAP ha⁻¹ em fundação. O transplântio foi realizado com mudas produzidas na própria empresa, dia 17 de agosto de 2006 e duas semanas após teve início a fertirrigação com 4,0 kg ha⁻¹ de uréia e 5,0 kg ha⁻¹ de KCl diariamente 6 dias por semana. A aplicação dos tratamentos teve início na oitava semana após transplântio. Na 18ª semana (21/12/06), a marcha de adubação foi

alterada para 5,0 kg de uréia ha⁻¹, 6,0 kg de KCl ha⁻¹ e foi realizada uma adubação de cobertura com 0,2 kg planta⁻¹ da formulação NPK 10;10;10, cuja aplicação de N e K₂O foi proporcional aos tratamentos aplicados (Tabela 12).

Os fertilizantes aplicados separadamente em cada tratamento foram previamente dissolvidos e depois adicionados à água de irrigação, por meio de injetor do tipo Venturi.

Quando o mamoeiro estava com 50 semanas do plantio, observou-se o alongamento do pescoço, com isso foi paralisada a adubação, com intuito de diminuir o crescimento vegetativo e incentivar a produção de frutos. Com a diminuição do pescoço, retomou-se a adubação dia 01/11/07 com 63 semanas. Ficou-se sem adubar por 12 semanas. Na tabela 12, encontra-se a quantidade total de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) aplicada durante o ciclo do mamoeiro de março a dezembro de 2007.

Tabela 12. Quantidades acumuladas de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) no mamoeiro cultivado entre março a dezembro de 2007. Mossoró-RN, 2009.

Semanas*	Níveis dos Nutrientes									
	N1	N2	N3	N4	N5	K1	K2	K3	K4	K5
	10%	60%	100%	140%	190%	10%	60%	100%	140%	190%
	(kg ha ⁻¹)									
35	132	306	445	584	758	176	449	668	887	1161
46	148	401	603	805	1058	201	601	921	1242	1642
70	196	688	1081	1475	1967	277	1060	1687	2313	3096

*Semanas após o plantio.

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

Os tratamentos culturais, como a sexagem, retirada de brotações laterais e controle de plantas invasoras, pragas e doenças, foram realizados conforme preconizado para a região e de acordo com a empresa WG Fruticultura, de modo que as plantas pudessem se desenvolver sem restrições que não estivessem relacionadas aos tratamentos.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, constituído de um conjunto moto-bomba, com cabeçal de controle composto de filtro de disco, cabeçal de controle formado por cinco injetores de fertilizantes tipo Venturi ¾” e sistema de

controle de vazão e pressão, com duas linhas laterais por fileira de planta, com gotejadores espaçados de 0,50 m e vazão de 2,0 L h⁻¹, para uma pressão de serviço de 100 kPa e conjunto de uniformidade de emissão de 85%. A irrigação foi realizada diariamente para repor a avapotranspiração da cultura (ALEN et al., 1998), acrescida de 15% correspondendo à eficiência de aplicação.

4.4.1 Colheita dos frutos

Foram realizadas 22 colheitas, sendo a primeira no dia 30 de março de 2007 (7 meses e 13 dias após o transplântio) e a última no dia 20 de dezembro de 2007 (8 meses e 20 dias após a primeira). As 22 colheitas foram feitas por dois empregados da empresa, ou seja, pelas mesmas pessoas, seguindo sempre o mesmo estágio de maturação com uma estria amarela. Todos os frutos foram classificados para exportação, conforme os padrões adotados na empresa. Os frutos com bactéria, deformados ou com virose foram quantificados e considerados refugos. A duração do experimento no campo, desde o transplântio até o término das avaliações, foi de 16 meses.

Durante aproximadamente nove meses de produção foram feitas três análises pós-colheita, a primeira, dia 16/04, a segunda, dia 06/07 e a terceira, dia 21/12/2007, correspondendo à 3^a, 13^a e 22^a colheitas do mamão. As avaliações foram efetuadas retirando-se uma amostra de quatro frutos por parcela. As colheitas foram realizadas no estágio de maturação 1, com até 15% de coloração amarela na casca. Posteriormente, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas e transportados à temperatura ambiente para o Laboratório de Pós-Colheita da UFERSA. Os frutos foram analisados em tempo zero em que se determinou a firmeza de polpa, espessura da polpa, cavidade interna,

teor de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação de SS/AT e teor de ácido ascórbico, sendo que a acidez titulável, relação de SS/AT e pH foram quantificados apenas na 1ª colheita.



Figura 26. Frutos recém colhidos logo após ter chegados ao laboratório da UFERSA.

4.4.2 Características físico-químicas avaliadas

4.4.2.1 Firmeza da polpa (FP)

A firmeza da polpa foi determinada pela resistência à penetração utilizando-se penetrômetro McCormick modelo FT 327, com valor máximo de leitura 30 lb/pol² e haste de ponta cilíndrica de 8 mm de diâmetro. O fruto foi dividido longitudinalmente em duas partes, sendo que em cada uma delas procederam-se duas leituras na região mediana da polpa para estimativa da firmeza. Os resultados foram obtidos em lb/pol² e convertidos para Newton (N) pelo fator 4,45.

4.4.2.2 Espessura da polpa (EP) e Cavidade interna (CI)

Os frutos foram divididos ao meio e as leituras determinadas com a utilização de régua graduada. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

4.4.2.3 Teor de sólidos solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado através do refratômetro digital modelo PR-100 Palette (ATago Co. Ltd, Japan), a partir da retirada de uma fatia do fruto, cortado longitudinalmente, tendo sendo homogeneizada a polpa em liquidificador e depois filtrada. Os resultados foram expressos em percentagem.

4.4.2.4 O Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico foi determinado no suco em duplicata, utilizando-se um potenciômetro digital modelo DMPH-2 Digimed, previamente calibrado em solução tampão de pH 4,0 e 7,0.

4.4.2.5 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada através da titulação de uma alíquota de 10g de polpa homogeneizada contendo 50 mL de água destilada e 3 a 5 gotas de fenolftaleína 1%, com hidróxido de sódio NaOH (0,1N), até a mudança de cor para levemente rosa, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico.

4.4.2.6 Relação SS/AT

A relação SS/AT foi obtida através do quociente entre os teores de sólidos solúveis e acidez titulável;

4.4.2.7 Ácido ascórbico (AA) - Vitamina C

O teor de ácido ascórbico foi determinado imediatamente após o processamento da polpa, por titulometria com solução de DFI (2,6 diclorofenol –

indofenol 0,02%) até a coloração rosa permanente, utilizando-se 1 g de polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5%, pegando-se 5 mL para a titulação (STROHECKER; HENNING, 1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

4.4.3 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas através do software “SAEG” (Ribeiro Júnior, 2001). Utilizando para composição dos tratamentos a matriz experimental Plan Puebla III modificada por LEITE (1984), com dois fatores, obtendo-se 10 tratamentos. Os dados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e depois à de regressão, utilizando-se o modelo de regressão completo ($Y = a + bN + cN^2 + dK + eK^2 + fNK + gN^2K + hNK^2 + iN^2K^2$). Para a escolha do modelo de regressão, considerou-se o que apresentava 5% de significância, coeficiente de maior grau significativo até 10% e que apresentasse maior R^2 e que o resíduo não fosse significativo a 5% de probabilidade. Todas as variáveis foram analisadas com quatro repetições. Utilizou-se, para a confecção dos gráficos, o programa estatístico Statistica (STATSOFT, 1995).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A firmeza de polpa na 46ª semana foi o único parâmetro de qualidade que apresentou modelo de regressão significativo $P < 0,05$ (Figura 27). O mamoeiro com 38, 46 e 70 semanas não apresentou modelo de regressão significativo para os demais parâmetros de qualidade avaliados.

Souza et. al. (2005), observaram efeito não significativo, quando foram avaliadas diferentes combinações de fontes nitrogenadas para mamoeiro ‘Tainung 1’, sob as características espessura média da polpa, SS e pH .

Outros autores, trabalhando com diferentes doses de N para outras frutas concluíram que não houve influência no pH e SS na melancia (ANDRADE JÚNIOR et al. 2006) e do pH no melão (PINTO et al., 1995).

A firmeza da polpa sofreu efeito significativo dos componentes da interação: NK e N²K e apresentou dois pontos estacionários na superfície de resposta um como ponto de sela e um ponto de máximo (Figura 27). As doses que promoveram ponto de máximo para a firmeza da polpa de 114N foram de 0,410 Mg há⁻¹ de N com 0,560 Mg há⁻¹ de K₂O (Tabela 13). A partir do ponto de sela (0,732; 1,210 Mg ha⁻¹) verificou-se que a firmeza da polpa aumenta no sentido da reta na proporção de N/K até o ponto de máximo (0,410; 0,560 Mg ha⁻¹).

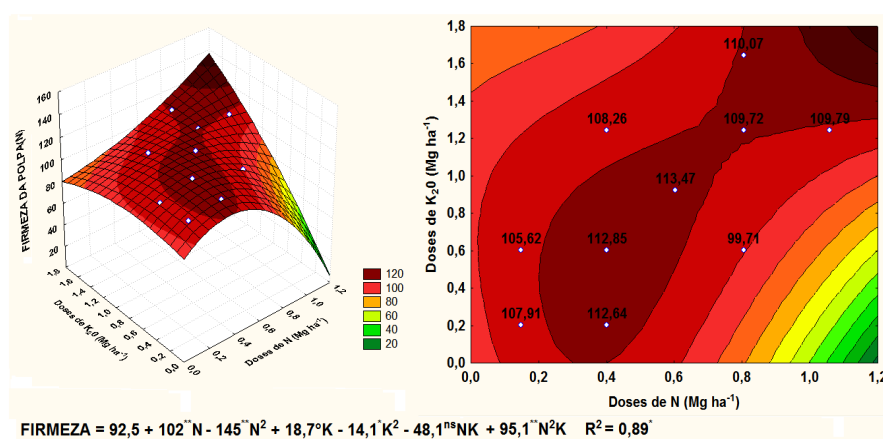
A relação N/K influencia a consistência da polpa, o que determina maior ou menor resistência ao transporte (VITTI, 1989). Segundo Oliveira et al. (2004) em uma relação equilibrada, os frutos se apresentam doces e com polpa mais consistente.

Esse resultado também pode estar relacionado à quantidade de cálcio (16,50 g kg⁻¹) absorvido pelo fruto até os seis primeiros meses. Oliveira et al. (2004) ressaltam que a deficiência de cálcio é responsável pelo amolecimento da polpa do fruto, provocando sua menor resistência ao transporte e menor tempo de prateleira na comercialização. Os altos valores de firmeza encontrados nos frutos analisados 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.

Tabela 13. Níveis de nitrogênio (N) e potássio (K) para pontos de máximo, mínimo ou de sela e os autovalores da matrix hessiana das superfícies de respostas significativas obtidas para a variável firmeza de polpa (FP) do mamoeiro formosa adubado com diferentes doses de N e K, aplicados com fertirrigação nos diferentes períodos, durante o ciclo do mamoeiro cultivado em agosto de 2006 a dezembro de 2007.

Variáveis	Ponto crítico (N;K) (Mg ha ⁻¹)	Autovalores	Situação	Valor estimado (N)
46 semanas após o transplantio				
FP	(0,410; 0,560)	(-23; -189)	Maximo	113,90
	(0,732; 1,210)	(48; -136)	Sela	110,51

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa



^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste ‘t’ ou pelo teste F
^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste ‘t’ ou pelo teste F
^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste ‘t’ ou pelo teste F
^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste ‘t’.

Figura 27. Superfície de resposta e curva de contorno da firmeza da polpa da 13ª colheita de mamão formosa adubado com diferentes doses de nitrogênio e potássio na 46ª semana após o transplantio.

Tabela 14. Valores médios para a firmeza de polpa (FP), espessura de polpa (EP), Cavidade interna (C.I) e sólidos solúveis (SS), ácido ascórbico (AA), potencial hidrogênio (pH), acidez titulável (AT) e Relação SS/AT. Mossoró-RN, UFERSA, 2009.

Variáveis	Semanas após o plantio		
	35	46	70
FP (N)	98,15	109,00*	113,41
EP (cm)	2,52	2,15	2,46
C. I (cm)	5,28	5,14	5,81
SS (%)	10,66	11,79	12,71
AA (mg/100g)	68,04		88,46
pH	5,12		
AT (% de ácido cítrico)	0,08		
SS/AT	137,08		

* significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste 't' ou pelo teste F

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

Para a espessura da polpa, considerando que não houve efeito significativo nos tratamentos estudados, os valores entre as semanas variaram de 2,15 a 2,52 cm (Tabela 14). Kist e Manica (1995) observaram valores de espessura de polpa entre 2,38 e 2,58 cm. Segundo os autores, a espessura pode variar conforme as cultivares utilizadas. A cavidade interna do mamão apresentou-se superior a 5 cm (Tabela 14). Souza et. al. (2005) obtiveram espessura média da polpa entre de 2,19 a 2,38 cm e cavidade interna de 5,45 a 5,87 cm, somando a espessura da polpa com a cavidade interna termos diâmetro entre 9,44 a 10,73 cm. A largura do mamão formosa encontrada por Rodolfo Júnior et al. (2007) foi de 10,95 cm. O tamanho dos frutos depende do mercado consumidor. Manica (1996) comenta que os grandes mercados consumidores preferem frutos mais alongados e cilíndricos.

O teor de sólidos solúveis, definido como percentagem de sólidos solúveis no suco extraído da polpa, é um fator tradicionalmente usado para assegurar a qualidade do mamão. O teor de sólido solúvel para todas as semanas apresentou valores acima de 10% (Tabela 14). Segundo dados obtidos em trabalhos realizados por Viegas (1992), Fioravanço et al. (1994) e Fagundes (1999), o teor de SS para frutos do grupo Formosa

pode variar entre 9,0-12% de Sólidos solúveis. Os primeiros frutos não apresentaram sabor muito agradável, mas a partir da terceira colheita, os frutos foram ficando melhores, apresentando maiores sólidos solúveis.

O potencial hidrogênioônico (pH), a acidez titulável (AT) e relação SS/AT foram analisados apenas nos frutos com 35 semanas, os quais apresentaram pH de 5,12; AT de 0,08% e Relação SS/AT 133 (Tabela 14). Estes valores estão na faixa ideal para os frutos por ocasião da colheita, que, segundo Fangundes e Yamanish (2001) devem apresentar no mínimo SS 11%, pH de 4,5 a 6 e AT entre 0,08 e 0,13% de ácido cítrico. Em outro trabalho de Yamanishi et al. (2007) a AT apresentou variação de 0,038 a 0,08% de ácido cítrico.

Segundo Rodolfo Júnior et al. (2007), o mamoeiro Formosa apresentou valores médios de pH igual 5,20. De acordo com Chan et al. (1971), o mamão apresenta um pH entre 4,5 e 6,0. Baseado nisto, pode-se dizer que os frutos apresentam pH no intervalo considerado para consumo *in natura*.

Normalmente, durante a maturação, os frutos apresentam redução na acidez, porém, em alguns casos, pode haver aumento nos valores com o avanço da maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Alguns frutos com baixa acidez atraem muitos consumidores, como é o caso da melancia.

Observou-se aumento dos teores de ácido ascórbico desde a primeira avaliação de qualidade até a última com valores de 68,04 a 88,46 mg/100g, respectivamente (Tabela 14), ou seja, os últimos frutos apresentaram maiores teores de ácido ascórbico, com maior quantidade de adubos acumulados (Tabela 12). Segundo Marinho et al. (2002) estudando duas fontes de nitrogênio em mamoeiro Sunrise Solo Line 72/12, foi observado que o aumento do N, aplicado na forma de amônio, promoveu aumento no ácido ascórbico dos frutos sem diminuir o teor de sólidos solúveis. Estes resultados discordam de Medeiros (2008), defendendo que a aplicação de doses elevadas de N e K reduz o teor de ácido ascórbico em melancia.

Altos níveis de N reduziram os teores de ácido ascórbico em sucos de laranjas, limões e tangerina, enquanto que a adubação com K proporcionou o seu aumento (NAGY, 1980).

Considerando as demais frutas cítricas que são reconhecidas pelo alto valor de ácido ascórbico como é o caso da Acerola 1100-4000 mg/100g de polpa, caju amarelo 181-229 mg/100g de polpa, goiaba 132-300 mg/100g de polpa, laranja 45-60 mg/100g de polpa. Necessitamos diariamente de 15 a 60 miligramas de ácido ascórbico (EMEDIX, 2009). E, ao consumir 100g de mamão formosa ao dia, estará suprimida toda a necessidade de ácido ascórbico diária.

4.6 CONCLUSÕES

As diferentes doses de nitrogênio e potássio não influenciaram nos parâmetros de qualidade do fruto do mamoeiro, com exceção para firmeza de polpa, após 46 semanas do plantio, apresentando significância entre os componentes da interação, na proporção de N/K do ponto de máximo.

Os frutos apresentaram qualidades pós-colheita independentemente dos tratamentos.

REFERÊNCIAS

ALEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 279 p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56).

ANDRADE JUNIOR, A. S. de; DIAS, N. da S.; FIGUEIREDO JUNIOR, L. G. M.; RIBEIRO, V.Q.; SAMPAIO, D. Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande: PB, v.10, n.4, p.836-841, 2006

ARAÚJO, R. da COSTA. **Produção, qualidade de frutos e teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em resposta à adubação potássica**. 2001. 103f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

BENASSI, A. C. **A Economia do Mamão**: informes sobre a produção de mamão. 2006. Disponível em:< [http:// www.todafruta.com.br/todafruta](http://www.todafruta.com.br/todafruta).> Acesso em 18 abr. 2007.

BLEINROTH, E. W.; SIGRIST, J. M. M. Matéria Prima. In: ITAL. **Mamão – cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 2. ed. 1989. p. 179-254. (Série Frutas Tropicais, 7).

CHAN JUNIOR, H. T.; CHANG, T. S. K.; STAFFORD, A.E.; BREKKE, J. K. Nonvolatile acids of papaya. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, v. 19, p. 263-265, 1971.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

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

COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E.F.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L. F. da S.; OLIVEIRA, A. M. G. de; SILVA, T. S. M. da. Marcha de absorção de macro e micronutrientes do mamoeiro sunrise solo. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. N.; COSTA, A. de F. S. da C. (ed). **Manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, 2007. p. 29-40.

COELHO, E. F.; PEREIRA, M. E.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L.; LEDO, C. A. S. Qualidade dos frutos do mamoeiro sob diferentes fontes e frequências de aplicação de nitrogênio via água de irrigação. Cruz das Almas, BA: Papaya Brasil 2005.p. 377-379.

COMISSÃO NACIONAL DE BIODIVERSIDADE - CONABIO. Disponível em:< <http://www.conabio.gov.mx>>. Acesso em: 25 fev. de 2007.

COSTA, A. de F. S. da; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da. **A cultura do mamão**: tecnologia e produção. Vitória-ES: INCAPER, 2003. cap. 3, p. 59-102.

COSTA, A.N. da; COSTA, A. de F. S da; SANTOS, F. A. M. dos. **Relação nitrogênio/ fósforo como referência para o dris no mamoeiro do grupo formosa no Estado do Espírito Santo.** In: MARTINS, D. dos S.; COSTA. (ed.). **Mercado e inovações tecnológicas para o mamão.** Vitória: Incaper, 2005. p. 369-371.

COSTA, A. de F. S. da; BALBINO, J. M. de S. **Mamão: pós-colheita.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca Fruticultura, 2002. 59p. (Frutas do Brasil, 21)

DRAETTA, I. S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J.T.; MENEZES, H.C. **Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação.** Campinas, PS: ITAL, 1975. v.6, t.2, p.395-408. (Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos).

EMBRAPA. **Manual de análise químicas dos solos, plantas e fertilizante.** 2 ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 1999. 370p.

EMEDIX. Disponível<www.emedix.uol.com.br/vit/vit009_1f_vitaminac.php>. acesso em: 6 out. 2009.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.160-163, 2001.

FAGUNDES, G.R. **Aspectos da comercialização do abacaxi, banana e mamão em Brasília-DF - qualidade, perdas e preços,** 1999. 158f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C.; CARVALHO, R. I. N. de; MANICA, I. Características do mamão Formosa comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92. **Ciência Rural**, Santa Maria; RS, v.24, n.3, p.519-522, 1994.

FOLEGATI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. Produtos. In: FOLEGATI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. (ed.). **Mamão: pós-colheita.** Brasília, Distrito Federal: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 50-55. (Série Frutas do Brasil, 21).

KIST, H.; MANICA, I. Densidades de plantio e características dos frutos do mamoeiro formosa em clima subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.7, p. 931-937, jul. 1995.

LEITE, R. de A. **Uso de matrizes experimentais e de modelos estatísticos no estudo do equilíbrio fósforo-enxofre na cultura da soja em amostras de dois latossolos de**

Minas Gerais. 1984. 87p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

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

MANICA, I. **Mamão:** Tecnologia de produção, pós-colheita, exportação e mercados. Porto Alegre-RS, Cinco Continentes. 2006. 361p.

MANICA, I. Cultivares e melhoramento de mamoeiro. In: Mendes, L. G.; Dantas, J. L. L.; Morales, C. F. G. **Mamão no Brasil.** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA- CNPMF, 1996. 179p.

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

MEDEIROS, D. C. de. **Produção e qualidade de melancia fertirrigada com nitrogênio e potássio.** 2008. 80f. Tese (Doutorado em fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, 2008.

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

MEDINA, J. C.; GARCIA, J. L. M.; SALOMÓN, E. F. G.; VIEIRA, L. F.; RENESTO, O. V.; FIGUEIREDO, N. M.; CANTO, W. L. **Mamão:** da cultura ao processamento e comercialização. São Paulo: [s.n.], 1980. (Série 7).

MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O; BERTONI, J. C.; MELO, J. R. M. e CALDAS, A. L. **Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.).** Revista Brasileira de ciências do solo, v.26, p. 957-965, 2002

MOZAFAR, A. Nitrogen fertiliser and the amount of vitamins in plants: a review. **J. Plant. Nutr.**, v. 16, n. 12, p. 2479-2506, 1993.

NAGY, S. Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 28, n. 1, p. 8-18, 1980.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L.F. S.; RAIJ, B.V.; MAGLHÃES, A.F.J.; Bernardi, a.c.c. **Nutrição, Calagem e Adubação do Mamoeiro Irrigado.** Cruz das Almas, BA: 2004. 10p. (Circular Técnico, 69).

PINTO, J. M.; SOARES J. M.; PEREIRE, J. R. Efeito de período e frequências de fertirrigação nitrogenada na produção de melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1345-1350, 1995

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

RODOLFO JÚNIOR, F.; TORRES, L. B. DE V.; CAMPOS, VINÍCIUS BATISTA; LIMA, A. R. DE; DUARTE, A. Caracterização físico-química de frutos de mamoeiro comercializados na EMPASA de Campina Grande-PB. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.1, p. 53-58, 2007.

RIBEIRO, M.D. **Estudos preliminares do comportamento do mamão Formosa armazenado em condições ambientais**. 2002. 39p. Monografia (Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2002.

SANTANA, L.R.R.; MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p. 217-222, 2004.

SANTOS, F. S. S. dos. **Diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão Formosa**. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

SELVARAJ, Y.; PAL, D. K.; SUBRAMANYAM, M. D.; IYER, C. P. A. Changes in the chemical composition of four cultivates of papaya during growth and development. **Journal of Horticultural Science**, v. 57, p. 135-143, 1982.

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

SOUZA, T. V.; COELHO E. F.; PAZ V. P. da S.; COELHO FILHO M. A. ; CRUZ J. L. Produtividade do mamoeiro tainung 01 sob cinco combinações de aplicação de fontes nitrogenadas ao longo do ciclo. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA. (ed.). **Mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória: Incaper, 2005. p. 344-346.

SOUZA, T. V.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. de S.; LEDO, C. A. de 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, PE, v.4, n.2, p.179-184, 2009

STATSOFT, INC. **Statistica for windows – computer program manual**. Tulsa,UK: statsoft, 1995.

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

VIEGAS, P. R. A. **Características químicas e físicas do mamão (*Carica papaya* L.) cultivares “Sunrise solo” e “Formosa” relacionados ao ponto de colheita**. 1992. 82f Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de Viçosa, Viçosa, 1992.

VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; MARIN, S.C.O. Nutrição e adubação do mamoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/CAV, 1989. p.121-159.

YAMANISHI, O. K; FAGUNDES, G. R; MACHADO FILHO, J. A; FALCÃO, J. V; MIRANDA. S. de P. **Comportamento da maturação de mamão Tainung cultivado em Brasília-DF**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, V. 27, N. 02, 2007.

CAPÍTULO 5 – APÊNDICE

Apêndice 1 - Resumo da análise de variância para o teor de nutrientes (nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio) na parte aérea da planta do mamoeiro com 18 semanas Mossoró-RN UFERSA, 2009.

Fonte de Variação		GL	Quadrados Médios					
			Teor de nutrientes no fruto com 18 semanas					
			N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1		32,513 ^{ns}	25,439 [*]	38,626 ^{**}	0,0172 ^{ns}	14,174 [*]	0,787 ^{ns}
Tratamentos	9		7,660 ^{ns}	1,163 ^{ns}	6,630 ^{ns}	0,0605 ^{ns}	3,873 ^{ns}	3,182 ^{ns}
Resíduo	9		7,091	4,058	2,174	0,0200	1,871	1,144
C.V			10,215	9,812	21,231	13,768	8,243	4,259
Fonte de Variação		GL	Nutrientes no limbo com 18 semanas					
			Nutrientes no limbo com 18 semanas					
			N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1		51,842 ^{ns}	23,113 ^{ns}	121,069 ^{ns}	0,0079 ^{ns}	1,334 ^{ns}	2,353 ^{ns}
Tratamentos	9		10,551 ^{ns}	84,235 ^{ns}	66,080 ^{ns}	0,0325 ^{ns}	4,418 ^{ns}	6,174 ^{ns}
Resíduo	9		12,206	37,224	78,217	0,0807	2,536	2,236
C.V			6,646	13,491	71,189	34,513	12,859	8,459
Fonte de Variação		GL	Nutrientes no caule com 18 semanas					
			Nutrientes no caule com 18 semanas					
			N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1		31,752 ^{ns}	2,113 ^{ns}	12,415 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	305,206 ^{ns}	258,569 ^{ns}
Tratamentos	9		14,765 ^{ns}	18,307 ^{ns}	28,316 ^{ns}	0,0760 ^{ns}	23,812 ^{ns}	84,419 ^{ns}
Resíduo	9		16,072	16,529	10,951	0,0391	81,178	166,944
C.V			26,271	16,993	33,941	47,408	27,536	29,074
Fonte de Variação		GL	Nutrientes na flor com 18 semanas					
			Nutrientes na flor com 18 semanas					
			N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1		100,352 ^{ns}	4,050 ^{ns}	33,75 ^{ns}	0,0638 ^{ns}	0,790 ^{ns}	0,203 ^{ns}
Tratamentos	9		10,279 ^{ns}	27,172 ^{ns}	11,688 ^{ns}	0,0786 ^{ns}	16,582 ^{ns}	23,909 ^{ns}
Resíduo	9		43,512	31,272	27,048	0,0717	18,337	30,399
C.V			15,348	18,861	78,1	29,591	15,141	11,85
Fonte de Variação		GL	Nutrientes no pecíolo com 18 semanas					
			Nutrientes no pecíolo com 18 semanas					
			N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1		9,800 ^{ns}	2,450 ^{ns}	55,820 [*]			58,612 ^{ns}
Tratamentos	9		16,725 ^{ns}	5,106 ^{ns}	10,418 ^{ns}			23,909 ^{ns}
Resíduo	9		21,560	9,422	7,104			41,937
C.V			26,747	11,081	26,351			20,349

^{ns} Não significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F.

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 2 - Resumo da análise de variância para o teor de nutrientes (nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio) na parte aérea da planta do mamoeiro com 22 semanas Mossoró-RN UFERSA, 2009.

		Quadrados Médios					
Fonte de Variação	GL	Teor de nutrientes no fruto com 22 semanas					
		N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1	88,200 ^{ns}	0,000	3,119 ^{ns}	0,1826 ^{ns}	3,152 ^{ns}	169,141 ^{ns}
Tratamentos	9	7,579 ^{ns}	17,556 ^{ns}	27,124 ^{ns}	0,0714 ^{ns}	18,475 ^{ns}	58,211 ^{ns}
Resíduo	9	18,511	19,333	60,650	0,0904	35,987	92,196
C.V		13,133	26,648	75,631	32,959	26,53	24,272
		Nutrientes no limbo com 22 semanas					
Fonte de Variação	GL	N	Ca	Mg	P	Na	K
		N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1	14,112 ^{ns}	40,613 ^{ns}	331,339 ^{**}	0,0007 ^{ns}	0,160 ^{ns}	17,706 ^{ns}
Tratamentos	9	55,359 ^{ns}	47,096 ^{ns}	38,292 ^{ns}	0,0401 ^{ns}	1,699 ^{ns}	15,273 ^{ns}
Resíduo	9	42,641	45,085	30,476	0,0525	2,716	35,048
C.V		11,053	15,445	35,777	21,107	13,514	28,858
		Nutrientes no caule com 22 semanas					
Fonte de Variação	GL	N	Ca	Mg	P	Na	K
		N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1	6,272 ^{ns}	9,800 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,0316 ^{ns}	28,370 ^{ns}	33,686 ^{ns}
Tratamentos	9	2,004 ^{ns}	36,561 ^{ns}	23,330 ^{ns}	0,0409 ^{ns}	89,837 ^{ns}	280,298 ^{ns}
Resíduo	9	13,023	55,022	35,558	0,0619	62,956	132,456
C.V		20,297	25,273	56,814	33,152	24,536	21,087
		Nutrientes na flor com 22 semanas					
Fonte de Variação	GL	N	Ca	Mg	P	Na	K
		N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1	0,098 ^{ns}	16,200 ^{ns}	3,344 ^{ns}	0,0467 ^{ns}	552,143 [*]	1050,105 [*]
Tratamentos	9	27,451 [*]	25,028 ^{ns}	9,728 ^{ns}	0,0453 ^{ns}	53,823 ^{ns}	110,856 ^{ns}
Resíduo	9	8,809	28,728	13,179	0,0827	18,830	73,843
C.V		6,806	15,764	30,14	14,22	13,459	15,115
		Nutrientes no pecíolo com 22 semanas					
Fonte de Variação	GL	N	Ca	Mg	P	Na	K
		N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1	0,882 ^{ns}	37,813 [*]	42,515 ^{ns}	0,000580 ^{ns}		0,936 ^{ns}
Tratamentos	9	5,238 ^{ns}	8,085 ^{ns}	20,593 ^{ns}	0,0284 ^{ns}		13,100 ^{ns}
Resíduo	9	3,931	5,063	10,366	0,0201		33,686
C.V		16,96	7,739	28,342	29,533		20,125

^{ns} Não significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F.

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 3 - Resumo da análise de variância para o teor de nutrientes (nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio) no pecíolo com 70 semanas. Mossoró-RN UFERSA, 2009.

Fonte de Variação	GL	Nutrientes no pecíolo com 70 semanas					
		Quadrados Médios					
		N	Ca	Mg	P	Na	K
Bloco	1	14,906 ^{ns}	0,665 ^{ns}	1,901 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	5,606 ^{ns}	4,109 ^{ns}
Tratamentos	9	27,091 ^{ns}	114,338*	42,751*	0,1221 ^{ns}	49,363**	65,584**
Resíduo	9	14,195	23,957	8,633	0,0748	7,566	2,390
C.V		19,648	10,197	23,443	23,707	9,029	3,63

^{ns} Não significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

** significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F.

* significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 4 – Análise de variância de regressão ajustada para o teor de nutrientes (nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio) na parte aérea da planta do mamoeiro com 18, 22 e 70 semanas. Mossoró-RN UFERSA, 2009.

Sem	VARIÁVEIS	Fontes	GL	SQ	QMR	Fcorr	Sig. de F
18	Mg (fruto)	Regressão	2	45,83	22,92	10,54	0,004
		Resíduo	9	72,03	2,17		
	P (fruto)	Regressão	4	0,36	0,09	4,52	0,028
		Resíduo	9	0,38	0,02		
	K (fruto)	Regressão	6	27,32	4,55	3,98	0,032
		Resíduo	9	12,40	1,14		
Mg (caule)	Regressão	6	243,26	40,54	3,70	0,039	
	Resíduo	9	122,55	10,95			
22	N (flor)	Regressão	8	246,36	30,79	3,50	0,040
		Resíduo	9	80,08	43,51		
70	Ca (Pecíolo)	Regressão	8	1322,75	165,34	6,90	0,004
		Resíduo	9	295,05	23,96		
	Mg (Pecíolo)	Regressão	8	400,60	50,07	5,80	0,008
		Resíduo	9	73,68	8,63		
	Na (Pecíolo)	Regressão	8	525,51	65,69	8,68	0,002
		Resíduo	9	77,73	7,57		
	K (Pecíolo)	Regressão	6	631,52	105,25	44,04	0,0000036
		Resíduo	9	131,18	2,39		

Apêndice 5 – Equações de regressão ajustadas para o teor de nutrientes (nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio) na parte aérea da planta do mamoeiro com 18, 22 e 70 semanas. Mossoró-RN UFRS, 2009.

Equações de regressão do teor de nutrientes na parte aérea com 18 semanas	R²
Mg (fruto) = 3,44 - 8,21 ^{ns} N + 18,53 [*] K	0,77 ^{**}
P (fruto) = 0,278 + 7,16 ^o N - 15,4 ^o N ² + 1,88 ^{ns} K - 6,20 ^o K	0,66 [*]
K (fruto) = -10,08 + 147,65 [*] N + 93,43 ^{ns} N ² + 341,18 [*] K - 661,6 ^{**} K ² - 1592 ^{**} NK + 3024 [*] NK ²	0,95 [*]
Mg (caule) = 108 - 1207,5 ^{**} N + 2994,15 [*] N ² - 257,24 [*] K - 148,44 ^{ns} K ² + 3809,32 [*] NK - 9569,4 [*] N ² K	0,95 [*]
Equações de regressão do teor de nutrientes na parte aérea com 22 semanas	
N (flor) = 158 - 1070,1 [*] N + 2204,78 [*] N ² - 675,46 [*] K + 809,7 ^o K ² + 6528,98 [*] NK - 13708 [*] N ² K - 8183,2 [*] NK ² + 17508,7 [*] N ² K ²	0,99 [*]
Equações de regressão do teor de nutrientes na parte aérea com 70 semanas	
Ca (Pecíolo) = 61,7 - 115 ^{**} N + 106 ^{**} N ² - 2,62 ^{ns} K + 0,595 ^{ns} K ² + 148 [*] NK - 139 ^{**} N ² K - 50,1 [*] NK ² + 43,6 ^{**} N ² K ²	0,93 ^{**}
Mg (Pecíolo) = - 4,25 + 101 [*] N - 82,4 ^{**} N ² + 29,1 [*] K - 12,9 [*] K ² - 177 ^{**} NK + 132 ^{**} N ² K + 66,1 ^{**} NK ² - 44,8 ^{**} N ² K ²	0,99 ^{**}
Na (Pecíolo) = 25,51 + 27,4 [*] N - 8,57 ^{ns} N ² - 3,48 ^{ns} K + 7,68 ^{**} K ² - 31,4 ^{**} NK + 10,8 ^{**} N ² K	0,85 ^{**}
K (Pecíolo) = 46,9 + 8,52 [*] N + 1,48 ^{ns} N ² - 12,6 ^{**} K + 9,70 ^{**} K ² - 23,4 ^{**} NK + 6,74 ^{**} N ² K	0,99 ^{**}

^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste T

Apêndice 6 - Resumo da análise de variância para o número de frutos comercializável acumulado (NFRAC), número de frutos refugos acumulados (NFRRAC) número de frutos totais acumulados (NFRAC), massa médio de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e produtividade de frutos comercializável acumulados (PRODAC), Mossoró-RN UFERSA, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios (38 semanas)				
		NFRAC	NFRRAC	NFRTAC	MMFRAC	PRODAC
Bloco	3	58,678 ^{ns}	8,550 ^{ns}	49,307 ^{ns}	0,003 ^{ns}	141,459 ^{ns}
Tratamentos	9	52,373 ^{ns}	7,235 ^{ns}	62,395 ^{ns}	0,008 ^{ns}	138,217*
Resíduo	27	23,889	15,900	29,069	0,006	60,460
C.V		20,315	40,051	15,850	5,999	19,639
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios (46 semanas)				
		NFRAC	NFRRAC	NFRTAC	MMFRAC	PRODAC
Bloco	3	169,824*	26,332 ^{ns}	23,808 ^{ns}	0,003 ^{ns}	328,277 ^{ns}
Tratamentos	9	174,527**	74,369 ^{ns}	153,348*	0,010*	329,770*
Resíduo	27	50,007	70,725	50,915	0,004	120,461
C.V		12,941	33,823	15,685	5,520	13,499
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios (61 semanas)				
		NFRAC	NFRRAC	NFRTAC	MMFRAC	PRODAC
Bloco	3	69,683 ^{ns}	26,634 ^{ns}	12,561 ^{ns}	0,009 ^{ns}	232,298 ^{ns}
Tratamentos	9	190,409**	130,612 ^{ns}	96,295 ^{ns}	0,018 ^{ns}	420,666 ^{ns}
Resíduo	27	59,502	79,320	46,847	0,009	195,484
C.V		11,506	28,291	12,907	8,352	14,308
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios (70 semanas)				
		NFRAC	NFRRAC	NFRTAC	MMFRAC	PRODAC
Bloco	3	93,673 ^{ns}	22,427 ^{ns}	79,468 ^{ns}	0,018 ^{ns}	378,515 ^{ns}
Tratamentos	9	224,528*	156,791 ^{ns}	190,746 ^{ns}	0,023 ^{ns}	666,894 ^{ns}
Resíduo	27	86,746	118,734	111,674	0,014	362,176
C.V		11,884	27,864	16,397	10,228	16,554

^{ns} Não significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

** significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F.

* significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 7 - Análise de variância de regressão para o número de frutos comercializável acumulados (NFRAC), número de frutos refugos acumulados (NFRRAC) número de frutos totais acumulados (NFRAC), massa médio de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e produtividade de frutos comercializável acumulados (PRODAC), Mossoró-RN UFERSA, 2009.

Sem	VARIAVEIS	Fontes	GL	SQ	QMR	Fcorr	Sig. de F
38	NFRAC	Regressão	3	353,3623	117,7874	4,91	0,008
		Resíduo	27	939,0372	23,889		
	NFRTAC	Regressão	4	499,9161	124,979	4,31	0,008
		Resíduo	27	994,4213	29,00069		
	PRODAC	Regressão	8	1182,96	147,87	2,46	0,038
		Resíduo	27	2117,797	60,460		
46	NFRAC	Regressão	8	1501,583	187,6978	3,75	0,005
		Resíduo	27	1928,833	50,007		
	NFRTAC	Regressão	6	1354,714	225,7857	4,43	0,003
		Resíduo	27	1471,555	50,915		
	MMFRAC	Regressão	8	8,43E-02	1,05E-02	2,63	0,028
		Resíduo	27	0,131629	4,34E-03		
	PRODAC	Regressão	8	2677,414	334,6767	2,79	0,022
		Resíduo	27	4527,789	120,461		
61	NFRAC	Regressão	6	1481,375	246,8958	4,18	0,004
		Resíduo	27	2047,904	59,502		
	NFRTAC	Regressão	6	796,7134	132,7856	2,83	0,028
		Resíduo	27	1372,492	46,847		
	MMFRAC	Regressão	3	9,89E-02	3,30E-02	3,66	0,025
		Resíduo	27	0,343744	9,49E-03		
	PRODAC	Regressão	3	2117,693	705,8976	3,62	0,026
		Resíduo	27	7643,252	195,484		
70	NFRAC	Regressão	8	1903,695	237,9619	2,77	0,023
		Resíduo	27	2740,218	86,746		
	NFRTAC	Regressão	6	1650,488	275,0813	2,46	0,050
		Resíduo	27	3319,813	118,734		

Apêndice 8 - Equações de regressão ajustadas para o número de frutos comercializável acumulado (NFRAC), número de frutos refugos acumulados (NFRRAC) número de frutos totais acumulados (NFRAC), massa médio de frutos comercializável acumulados (MMFRAC) e produtividade de frutos comercializável acumulados (PRODAC), do mamoeiro com 38, 46, 61 e 70 semanas. Mossoró-RN UFERSA, 2009.

Equações de regressão (38 semanas)	R²
NFRAC = 14,4 + 47 ^{**} N - 35 [*] N ² - 3,88 ^o K	0,75 ^{**}
NFRTAC = 22,1 + 55,8 ^{**} N - 42,3 [*] N ² - 3,74 ^{ns} K	0,88 ^{**}
PRODAC = 28,81 + 77,68 [*] N - 61,81 [*] N ² - 22,71 ^o K + 11,65 ^{ns} K ²	0,95 [*]
Equações de regressão (46 semanas)	
NFRAC = 37,20 + 61,82 ^{**} N - 38,24 ^{**} N ² - 2,24 ^{ns} K	0,77 ^{**}
NFRTAC = 83,5 + 12,9 ^{ns} N - 49,0 ^o N ² - 101 [*] K + 68,8 [*] K ² + 194 [*] NK - 119 ^{**} NK ²	0,96 ^{**}
MMFRAC = 1,25 - 0,16 ^{**} N + 0,41 ^o K	0,60 ^{**}
PRODAC = 56,26 + 95,54 [*] N - 68,47 ^{**} N ² - 1,35 ^{ns} K	0,66 [*]
Equações de regressão (61 semanas)	
NFRAC = 55,75 + 55,34 ^{**} N - 34,03 ^{**} N ² - 18,30 [*] K + 9,63 [*] K ²	0,71 ^{**}
NFRTAC = 116 - 17,6 ^{ns} N - 52,4 ^o N ² - 137 ^{**} K + 82,0 ^{**} K ² + 255 ^{**} NK - 134 ^{**} NK ²	0,96 ^{**}
MMFRAC = 1,14 - 0,181 [*] N + 0,301 [*] K - 0,124 [*] K ²	0,63 [*]
PRODAC = 72,1 + 864 ^{**} N - 65,6 ^{**} N ² + 4,42 ^{ns} K	0,56 [*]
Equações de regressão (70 semanas)	
NFRAC = 69,76 + 29,53 ^{**} N - 11,64 [*] N ² - 12,83 [*] K + 4,48 [*] K ²	0,75 ^{**}
NFRTAC = 124 + 3,28 ^{ns} N - 16,7 ^{ns} N ² - 66,7 ^{**} K + 25,7 ^{**} K ² + 68,7 [*] NK - 22,9 ^{**} NK ²	0,95 ^{**}

^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste T

Apêndice 9 - Resumo da análise de variância de pós-colheita. Mossoró-RN UFERSA, 2009.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios (35 semanas)				
		FIR	ESP	CAV.INT	SS	VIT.C
Bloco	3	244 ^{ns}	0,518 ^{**}	1,66 ^{ns}	0,846 ^{ns}	36,6 ^{ns}
Tratamentos	9	137 ^{ns}	0,210 ^{ns}	0,328 ^{ns}	0,335 ^{ns}	22,5 ^{ns}
Resíduo	27	132	0,0793	1,081	0,432	34,7
C.V		11,7	11,2	19,7	6,17	8,654
		pH	AT	SS/AT		
Bloco	3	0,00155 ^{ns}	0,0000267 ^{ns}	460 ^{ns}		
Tratamentos	9	0,00700 ^{ns}	0,0001100 ^{ns}	378 ^{ns}		
Resíduo	27	0,00481	0,0001915	595		
C.V		1,35	19,6	16,9	17,8	
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios (46 semanas)				
		FIR	ESP	CAV.INT	SS	
Bloco	3	13,5 ^{ns}	0,00990 ^{ns}	0,584 ^{ns}	0,357 ^{ns}	
Tratamentos	9	66,6 [*]	0,07487 ^{ns}	0,421 ^{ns}	1,40 ^{ns}	
Resíduo	27	26,8	0,08568	0,803	0,866	
C.V		4,75	13,6	17,4	7,89	
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios (70 semanas)				
		FIR	ESP	CAV.INT	SS	VIT.C
Bloco	3	76,6 ^{ns}	0,000667 ^{ns}	0,935 ^{ns}	0,122 ^{ns}	402 [*]
Tratamentos	9	87,6 ^{ns}	0,032889 ^{ns}	0,746 ^{ns}	0,363 ^{ns}	105 ^{ns}
Resíduo	27	53,1	0,050296	0,736	0,362	118
C.V		6,42	9,12	14,8	4,73	12,3

^{ns} Não significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

^{**} Não significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F.

^{*} Não significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 10 - Análise de variância de regressão para firmeza do fruto da 13^o colheita. Mossoró-RN UFERSA, 2009.

VARIÁVEIS	Sem	Fontes	GL	SQ	QMR	Fcorr	Signif de F
Firmeza	46	Regressão	3	535,5901	89,26502	3,33	0,014
		Resíduo	27	724,8872	26,84767		

Apêndice 11 – Equações de regressão ajustadas para firmeza do fruto da 13^o colheita. Mossoró-RN, UFERSA, 2009.

Equações de regressão (46 semanas)	R ²
FIRMEZA = 92,5 + 102 ^{**} N - 145 ^{**} N ² + 18,7 ^o K - 14,1 [*] K ² - 48,1 ^{ns} NK + 95,1 ^{**} N ² K	0,89 [*]

^{ns} Não significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^{**} significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^{*} significativos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste T ou pelo teste F

^o significativos ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste T.