

## Estado nutricional do mamoeiro Formosa (cv. Caliman 01) em função de adubação com NK e espaçamento de plantio

Eduardo Monteiro Santos<sup>1\*</sup>, Ítalo Herbert Lucena Cavalcante<sup>2</sup>,  
Gabriel Barbosa Silva Júnior<sup>3</sup>, Francisca Gislene Albano<sup>1</sup>, Firmino Nunes Lima<sup>1</sup>,  
Adenaelson Marques Sousa<sup>1</sup>, Lourival Ferreira Cavalcante<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Campus Prof.<sup>a</sup> Cinobelina Elvas, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil

<sup>2</sup>Colegiado de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP, Brasil

<sup>4</sup>Centro de Ciências Agrárias, Campus III, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil

\*Autor correspondente, e-mail: eduardomonteirosant@yahoo.com.br

### Resumo

No Brasil, ainda não se conhece adequadamente as exigências nutricionais do mamoeiro, havendo a necessidade de mais pesquisas sobre o manejo da adubação mineral. Objetivou-se avaliar o estado nutricional do mamoeiro em função de espaçamento e adubação com NK em cobertura. O experimento foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.<sup>a</sup> Cinobelina Elvas, Bom Jesus-PI, no período de 30/11/2011 à 30/11/2012. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 x 4, correspondentes à: i) espaçamento de plantio (simples e duplo) doses de N (0,320, 0,400, 0,480 e 0,560 kg m<sup>-2</sup>) e iii) doses de K<sub>2</sub>O (0,380, 0,475, 0,570 e 0,665 kg m<sup>-2</sup>), com quatro repetições e três plantas por parcela. Avaliou-se os teores de macronutrientes na matéria seca foliar das plantas de mamoeiro Formosa cv. Caliman 01. Há influência do espaçamento e adubação com NK nas concentrações foliares de macronutrientes, com superioridade do espaçamento duplo em relação ao simples. Para adequado estado nutricional do mamoeiro Formosa cv. Caliman 01, cultivado em espaçamento simples, recomenda-se a aplicação de 400 g planta<sup>-1</sup> de nitrogênio em associação com 440 g planta<sup>-1</sup> de potássio, enquanto que, para o espaçamento duplo, recomenda-se 320 g planta<sup>-1</sup> de nitrogênio em associação com 440 g planta<sup>-1</sup> de potássio em cobertura.

**Palavras-chave:** *Carica papaya* L., fruticultura tropical, nutrição de plantas

### Nutritional status of papaya (pawpaw) (cv. Caliman 01) as a function of NK fertilization and planting space

#### Abstract

In Brazil, it's not properly known the nutritional requirements of papaya plant, there are, therefore, a need for more research projects about the management of mineral fertilizer. This study aimed to evaluate the nutritional status of papaya as a function of planting space and fertilization with NK in coverage. The experiment was developed in an experimental area of the Federal University of Piauí, Campus Prof.<sup>a</sup> Cinobelina Elvas, Bom Jesus, Piauí State, Brazil, from November 2011 to November 2012. It was adopted the randomized block design in a factorial arrangement 2 x 4 x 4, corresponding to: i) planting space (single and double) doses of nitrogen (0.320, 0.400, 0.480 and 0.560 kg m<sup>-2</sup>) and iii) doses of potassium (0.380, 0.475, 0.570 and 0.665 kg m<sup>-2</sup>), with four replications and three plants per plot. It was evaluated the levels of macronutrients in leaf dry matter of plants of papaya, cv. Caliman 01. There is influence of planting space and fertilization with NK in foliar macronutrients, with superiority for double spacing with respect to the simple. For adequate nutritional status of papaya cv. Caliman 01, grown in single spacing it is recommended a dose of 400 g plant<sup>-1</sup> of nitrogen combined with 440g plant<sup>-1</sup> of potassium, while for the double spacing, it is recommended 320g plant<sup>-1</sup> of nitrogen in combination with 440 g plant<sup>-1</sup> of potassium.

**Key words:** *Carica papaya* L., tropical fruits, plant nutrition

**Recebido:** 24 Julho 2013  
**Aceito:** 02 Maio 2014

## Introdução

A nutrição equilibrada do mamoeiro é um dos fatores que mais contribuem para o aumento da produtividade e qualidade do mamão (*Carica papaya* L.), pois se dá em função da quantidade de cada elemento essencial extraído e exportado com a colheita e da marcha de absorção dos nutrientes, durante o ciclo da planta (Mesquita et al., 2010). Portanto, para se atender à demanda nutricional do mamoeiro com elevada produção de frutos com qualidade, é necessário a adição de fertilizantes em dosagens adequadas e balanceadas ao longo de todo o ciclo da cultura (Marinho et al., 2010).

Dentre os nutrientes mais exigidos pelo mamoeiro, destacam-se o nitrogênio e o potássio, sendo suas demandas crescentes e constantes durante o ciclo de vida da planta, devido suas participações nos processos inerentes à fotossíntese e à produção de proteína nas plantas e ao transporte de carboidratos, respectivamente (Menegazzo et al., 2011).

No Brasil, ainda não se conhece adequadamente as exigências nutricionais das principais cultivares de mamoeiro, embora vários trabalhos tenham sido realizados com o objetivo de avaliar o comportamento do mamoeiro em função da aplicação de fertilizantes (Rodríguez-Romero et al., 2011; Bisht et al., 2010; Falcão & Borges, 2006). Essas evidências sinalizam a necessidade de geração de maiores informações através de pesquisas sobre as dosagens e manejo da adubação nitrogenada e potássica para essa cultura (Viana et al., 2008; Oliveira & Caldas, 2004).

Desse modo, para o cultivo de mamoeiro de boa produtividade e qualidade de frutos faz-se necessário a adoção de um programa de adubação balanceada, uma vez que, plantas bem nutridas apresentam, dentre outros aspectos, maior capacidade de expressar altos potenciais produtivos (Berilli et al., 2007).

Em contra partida, o risco de danos ambientais induzido pelo uso inadequado de fertilizantes é uma preocupação que atualmente vem ganhando importância na agricultura (Kandil et al., 2010; Cavalcante et al., 2012; Cavalcante et al., 2013), além de que,

aplicações excessivas de fertilizantes podem provocar desequilíbrios nutricionais e tornar a prática da adubação antieconômica.

Outro fator importante para o sucesso na cultura do mamoeiro refere-se ao arranjo populacional. Práticas de manejo, como a densidade de plantas em diferentes espaçamentos de plantio pode afetar também a demanda por nutrientes, e, por consequência, a produção das culturas. Desse modo, o espaçamento de plantio pode variar em função do tipo de solo, sistema de cultivo, clima, cultivare e tratos culturais, devendo-se evitar espaçamentos menores do que os recomendados, pois as plantas tendem a crescerem mais em altura pela competição por luz o que resulta em diferentes exigências nutricionais (Fontes et al., 2010).

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar os teores foliares do mamoeiro Formosa (cv. Caliman 01) em função de diferentes espaçamentos de plantio e doses de adubação com NK em cobertura na região de Bom Jesus-PI.

## Material e Métodos

### *Localização da área experimental*

O experimento foi desenvolvido na área experimental de fruticultura do Campus Prof.<sup>a</sup> Cinobelina Elvas (CPCE), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), localizado no município de Bom Jesus - Piauí, situado às coordenadas geográficas 09° 04' 28" de latitude Sul, 44° 21' 31" de longitude Oeste com altitude média de 277 m, durante o período de 30/11/2011 a 30/11/2012.

### *Obtenção de sementes e produção de mudas*

Para a produção de mudas, foram utilizadas sementes do híbrido de mamoeiro do grupo Formosa cv. Caliman 01, semeando-as em substrato composto por solo arenoso e esterco bovino na proporção 3:1, respectivamente, adicionando-se ao substrato 1,4 kg m<sup>-3</sup> de superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 1,0 kg m<sup>-3</sup> de cloreto de potássio (KCl). O tratamento químico do substrato foi realizado com o fungicida Basamid® na dose de 30 g m<sup>2</sup> seguindo as recomendações do fabricante. As mudas foram produzidas sob telado (50% de luminosidade) em sacos de

polietileno preto (23 x 12 cm) preenchidos com substrato e transferidas para o campo quando apresentaram 20 cm de altura.

#### Tratamentos e delineamento experimental

Adotou-se delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 x 4, correspondentes a: i) Doses de nitrogênio em cobertura (0,320, 0,400, 0,480 e 0,560 kg m<sup>-2</sup> de N); ii) Doses de potássio em cobertura (0,380, 0,475, 0,570 e 0,665 kg m<sup>-2</sup> de K<sub>2</sub>O); e iii) espaçamentos de plantio [fileiras simples (3,8 x 2,0 m) e fileiras duplas (3,8 x 2,0 x 1,8m)]. As doses de N e K foram definidas de acordo com a recomendação de Costa & Costa (2013), em função da análise de solo. Os tratamentos foram distribuídos em

blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas hermafroditas de mamoeiro por parcela, para avaliação da planta central, totalizando 384 plantas.

#### Caracterização da área experimental e condução do experimento

As características químicas e granulométricas do solo da área experimental encontram-se na Tabela 1, e os dados referentes às variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), coletados na estação meteorológica do CPCE/UFPI durante a execução do experimento encontram-se na Figura 1.

**Tabela 1.** Características químicas e granulométricas do solo antes da implantação do experimento nas profundidades de 0 - 20 e 21 - 40 cm.

Variável	Solo 0 - 20 cm	Solo 21 - 40 cm
pH	5,0	4,8
cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
Ca <sup>2+</sup>	1,60	0,90
Mg <sup>2+</sup>	0,40	0,20
Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	2,0	1,10
Al <sup>3+</sup>	0,0	0,0
H + Al <sup>3+</sup>	1,70	1,30
K <sup>+</sup>	0,23	0,11
Na <sup>+</sup>	0,02	0,01
CTC	3,90	2,50
mg dm <sup>-3</sup>		
P	18,0	14,0
%		
M.O	1,0	0,40
m	0,0	0,0
V	57,0	48,0
g kg <sup>-1</sup>		
Argila	60	60
Silte	20	20
Areia	920	920

MO = Matéria orgânica; CTC = Capacidade de troca catiônica [Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; SB = Soma de bases; V = Saturação por bases [(Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>)/CTC] x 100; m = Saturação por alumínio; P e K = extrator Melich

No preparo da área, a aração e a gradagem foram realizadas aos 60 dias antes do transplântio. A calagem foi feita em toda área com calcário dolomítico de acordo com o resultado da análise química do solo da área experimental, usando 1,22 t ha<sup>-1</sup>. As covas foram abertas nas dimensões 40 x 40 x 40 cm, e preparadas com material de solo dos primeiros 20 cm com adição de 15 litros de esterco caprino curtido e 169 g de superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). O transplântio das mudas foi realizado no

dia 09/02/2012 usando duas plantas por cova, tutoradas com uma estaca de 1 metro de altura, sendo que aos quatro meses após o transplântio, foi feito o desbaste mantendo-se apenas a planta hermafrodita mais vigorosa por cova.

A irrigação, nos períodos das estiagens, foi efetuada pelo sistema de gotejamento com dois emissores por planta, com uma distância de 30 cm entre emissores, fornecendo-se diariamente uma lâmina média de 6,7 mm de água, equivalente à evapotranspiração diária

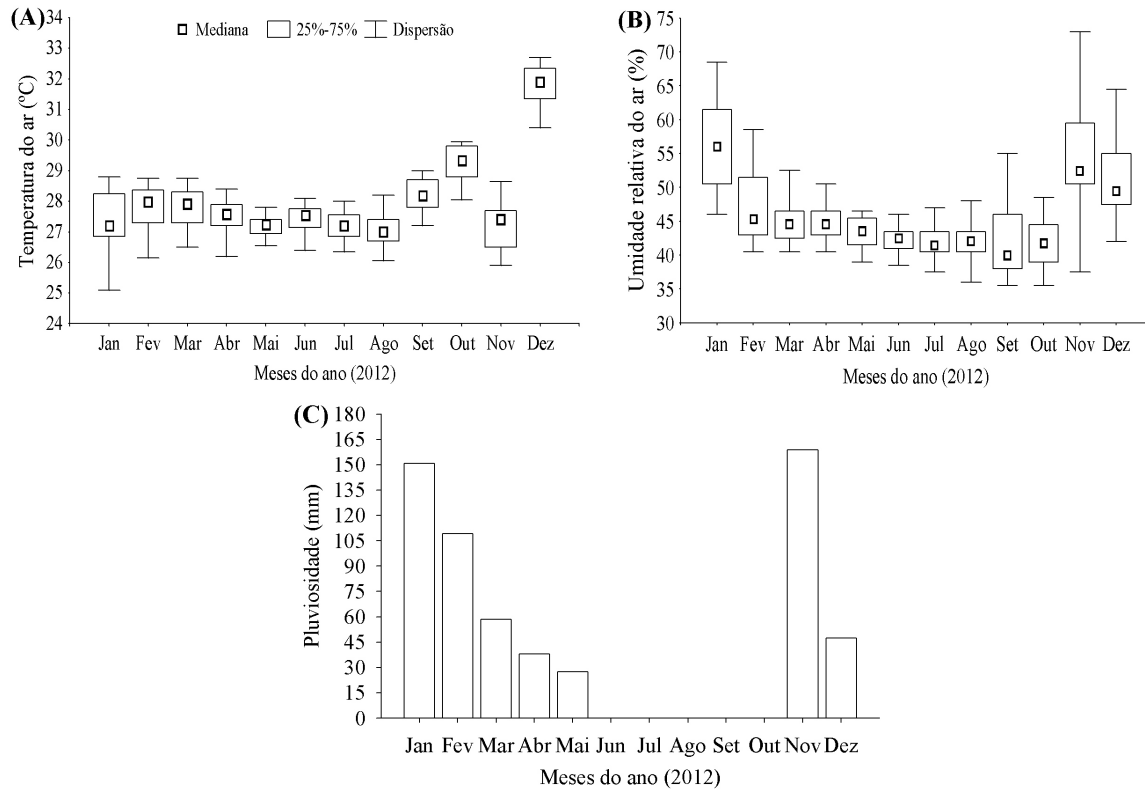


Figura 1. Temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B) e pluviosidade (C) durante a execução do experimento.

corrigida de acordo com o coeficiente de cultura ( $K_c$ ) do mamoeiro, conforme Coelho Filho et al. (2006). A água usada para irrigação era oriunda de poço tubular sem restrição ao crescimento e produção do mamoeiro quanto ao teor salino conforme Ayers & Westcot (1999).

A adubação em cobertura durante o experimento foi efetuada com nitrogênio (Uréia, 45% de N) e potássio (Cloreto de potássio, 60% de  $K_2O$ ), de acordo com os tratamentos e conforme os resultados da análise química de solo, seguindo os percentuais de fornecimento mensais para N e para K recomendados por Costa & Costa (2013). A adubação fosfatada em cobertura foi efetuada em três aplicações de  $167 \text{ g planta}^{-1}$  de superfosfato simples (18% de P) a cada 90 dias. Os adubos foram fornecidos em faixa circular na projeção da copa, a 20 cm do caule. Já os tratos culturais foram feitos manualmente com capinas nas linhas e roços nas entrelinhas, com frequência mensal.

#### Variáveis estudadas e análises estatísticas

Aos 120 dias após o transplante, quando as plantas estavam em pleno florescimento, foram coletadas amostras da folha "F" conforme

recomendações de Malavolta et al. (1997) para determinação dos teores de macronutrientes, na matéria seca. O nitrogênio foi determinado em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica, pelo método Semi-micro-Kjeldahl; o fósforo foi determinado por colorimetria; os teores de potássio, cálcio, e magnésio, foram obtidos a partir de leituras no espectrofotômetro de absorção atômica; o enxofre foi quantificado empregando-se o método por turbidimetria efetuada através da incineração do material foliar em forno mufla na temperatura entre 550 e 650 °C. Calcularam-se ainda, através do Equação de Bhaskara, as doses mínimas de ambos os fertilizantes (N e K) equivalentes aos níveis de suficiência definidos por Malavolta et al. (1997) para cada nutriente estudado.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos entre os espaçamentos nas diferentes doses de nitrogênio e potássio pelo Teste "F" e pelo Teste de Tukey para comparação das médias dos espaçamentos. Para os tratamentos quantitativos, foi aplicada análise de regressão simples e múltipla seguindo

as recomendações de Banzatto & Kronka (2006), utilizando-se os programas estatísticos ASSITAT e SIGMAPLOT.

## Resultados e Discussão

A interação espaçamento, adubação nitrogenada e adubação potássica exerceu efeitos significativos para os teores de todos os macronutrientes ao nível de 1% de probabilidade,

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância referentes aos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em função de espaçamento de plantio, e doses de nitrogênio e potássio.

FV	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg <sup>-1</sup>						
Espaçamento (E)	13771,03**	138,71**	10000,66**	12643,47**	488,68**	292,85**
Simple	42,55 b	6,99 b	35,95 a	18,19 b	5,85 b	3,66 b
Duplo	43,85 a	7,13 a	34,78 b	19,52 a	6,11 a	3,86 a
DMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Doses de N (N)	10400,42**	1069,20**	56293,89**	3607,52**	907,56**	232,98**
Doses de K (K)	5443,39**	240,22**	75451,95**	2712,02**	237,72**	223,06**
E x N	3810,29**	669,20**	57964,83**	6559,31**	480,96**	167,77**
E x K	8334,42**	1458,53**	17154,91**	5329,40**	373,96**	173,11**
N x K	5169,23**	239,21**	47309,59**	2444,74**	355,95**	243,40**
E x N x K	7355,19**	486,43**	48221,95**	6647,99**	345,08**	132,44**
CV%	0,15	0,94	0,19	0,36	1,10	1,75

C.V. = coeficiente de variação; DMS = diferença mínima significativa; \*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey.

situação que evidencia interdependência entre os fatores estudados (Tabela 2). Observou-se também efeito individual para todos os fatores adotados no estudo para os teores de macronutrientes foliares ( $p < 0,01$ ).

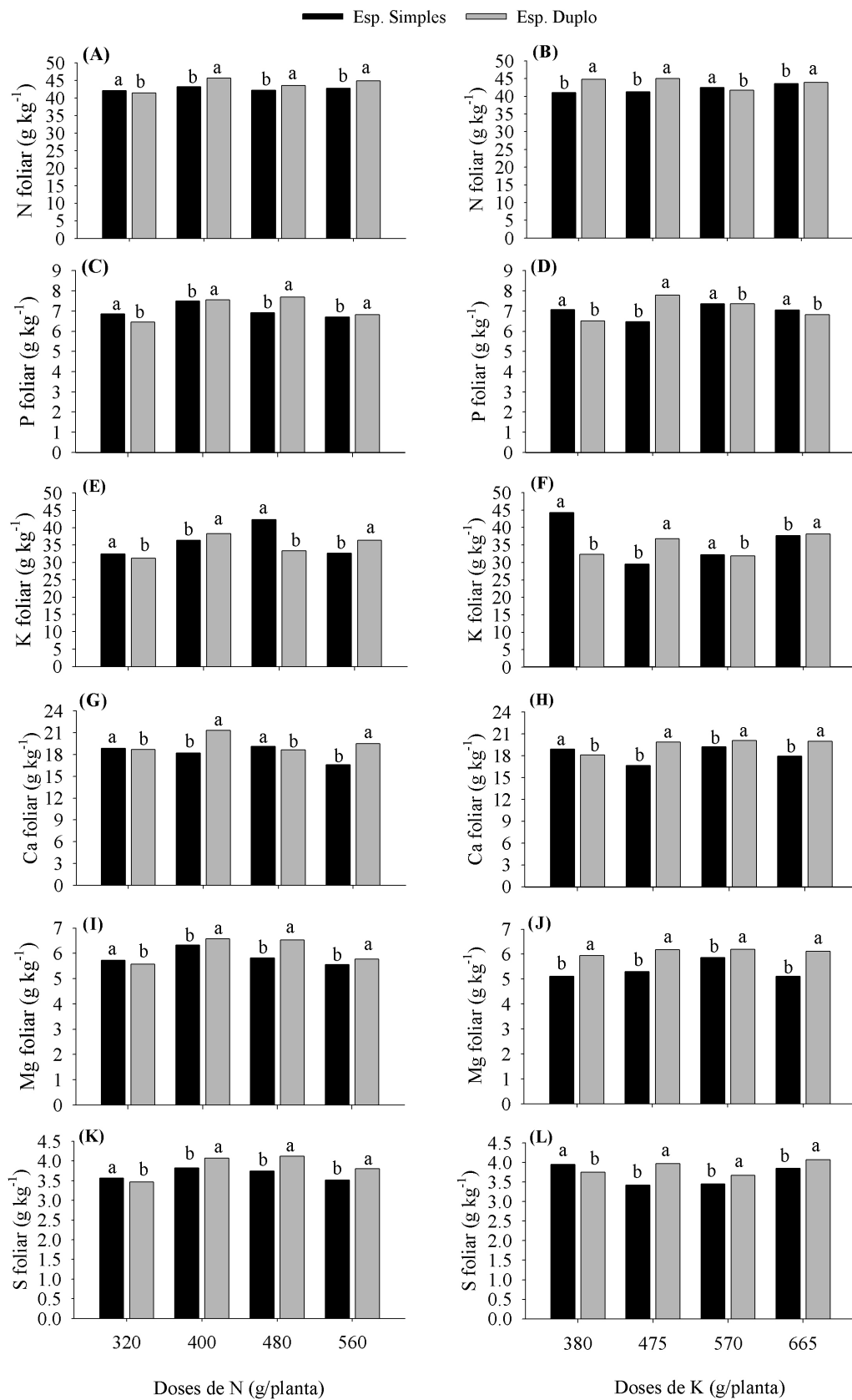
### Espaçamentos de plantio

De uma forma geral apenas nas menores doses de N (Figuras 2A, 2C, 2E, 2G, 2I e 2K) e K (Figuras 2B, 2D, 2F, 2H, 2J e 2L) o espaçamento simples promoveu superioridade em relação ao espaçamento duplo, independentemente do macronutriente estudado. De acordo com Fontes et al. (2010), o espaçamento de plantio é um fator a ser levado em consideração no planejamento de um pomar, uma vez que as pressões exercidas pela população de plantas afetam significativamente o crescimento e desenvolvimento vegetal. Do mesmo modo, Assis et al. (2006) relatam que quando a densidade populacional de plantas ou o arranjo das plantas são alterados, espera-se que outros fatores, além da limitação espacial, interfiram na absorção de nutrientes, por meio de modificações nas relações hídricas das plantas e na sua eficiência de absorção, diminuindo a quantidade de nutrientes removidos do solo. Pelos resultados da Figura 2, constata-se que o espaçamento duplo (3,8 x 1,8 x 2,0 m) proporciona maior eficiência

no uso de área útil ao crescimento radicular das plantas de mamoeiro, apesar da baixa fertilidade do solo da área experimental (Tabela 1), resultando em maior absorção e acumulação foliar dos nutrientes pelo mamoeiro Formosa.

Especificamente para os teores foliares de nitrogênio (Figuras 2A e 2B), os resultados são compatíveis aos 44,90 g kg<sup>-1</sup> relatados por Almeida et al (2002), porém todos os valores encontram-se na faixa de 40 a 50 g kg<sup>-1</sup> descrita como ideal por Malavolta et al. (1997) para a cultura do mamoeiro.

Quanto ao fósforo, os teores foliares em função das doses de nitrogênio (Figura 2C) e potássio (Figura 2D), nos diferentes espaçamentos de plantio, variaram de 6,82 a 7,70 g kg<sup>-1</sup>, portanto, são superiores à variação de 4,36 a 6,40 g kg<sup>-1</sup> de P apresentados por Falcão & Borges (2006), entretanto, por outro lado, abaixo da média reportada por Rodríguez-Romero et al. (2011). Especificamente para o fósforo, Kulhánek et al. (2009) explicitam que o movimento desse nutriente no solo é governado pelo fenômeno da difusão, caracterizado pelo movimento de íons a favor de um gradiente de concentração em curtas distâncias do solo às raízes, indicando a necessidade da aplicação localizada. Independentemente da adubação ou espaçamento, todos os valores encontram-



**Figura 2.** Concentrações foliares de nitrogênio (A e B), fósforo (C e D), potássio (E e F), cálcio (G e H), magnésio (I e J) e enxofre (K e L) do mamoeiro Formosa (cv. Caliman 01), em função de espaçamentos de plantio e doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura.



se na faixa admitida como suficiente para uma nutrição adequada de fósforo para o mamoeiro (Malavolta et al., 1997).

Para os teores foliares de potássio (Figuras 2E e 2F) as médias encontradas variaram na amplitude de 32,40 a 42,30 g kg<sup>-1</sup> de K, resultados superiores aos 27,40 g kg<sup>-1</sup> potássio nas folhas do mamoeiro Baixinho de Santa Amália aos 120 dias após o transplante obtidos por Mesquita et al. (2010), do intervalo de 23,68 a 31,43 g kg<sup>-1</sup> por Falcão & Borges (2006) e da faixa de 25 a 30 g kg<sup>-1</sup> considerados adequados às plantas de mamoeiro nesse macronutriente descrito por Malavolta et al. (1997).

Em relação ao cálcio, os teores foliares na matéria seca das plantas de mamoeiro (Figuras 2G e 2H), apresentaram valores médios na faixa de 19,90 a 20,12 g kg<sup>-1</sup> de Ca, valores superiores aos 12,42 g kg<sup>-1</sup> obtidos por Almeida et al. (2002), porém compatíveis com a média de 20 g kg<sup>-1</sup> registrada por Falcão & Borges (2006) e congruentes à faixa considerada como ideal de 20 a 22 g kg<sup>-1</sup> por Malavolta et al. (1997). Destaca-se que o cálcio é absorvido pelas plantas apenas por raízes jovens onde as paredes celulares da endoderme não estão suberizadas, portanto sem estrias de caspary (Hepler, 2005), característica particular que remete à necessidade tanto de quantidades adequadas como de disponibilidade espacial no solo, portanto contribui para justificar a superioridade do espaçamento duplo em relação ao simples.

Os teores foliares de magnésio na matéria seca das plantas de mamoeiro, situam-se entre 5,77 e 6,57 g kg<sup>-1</sup> (Figuras 2I e 2J). Esses resultados, estão de acordo com os valores médios de 6,37 g kg<sup>-1</sup> reportados por (Silva Júnior, 2013), em estudos sobre o manejo da adubação nitrogenada no cultivo do mamoeiro Formosa, cv. Caliman 01, também na mesma região do presente trabalho, porém, abaixo dos 10,0 g kg<sup>-1</sup> admitidos como suficientes para suprimento adequado do mamoeiro por (Malavolta et al., 1997). Essa constatação de deficiência é resposta dos baixos teores do macronutriente no solo (Tabela 1), sendo que, nessas condições, a prática da calagem deve ser realizada com calcário dolomítico (< 12% MgO) ou com uma outra fonte de magnésio. Outra possibilidade é

interação entre K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> com Mg<sup>2+</sup> resultando na diminuição da disponibilidade de Mg<sup>2+</sup> na solução do solo e, com efeitos em menores teores acumulados nas folhas (Marschner, 2012).

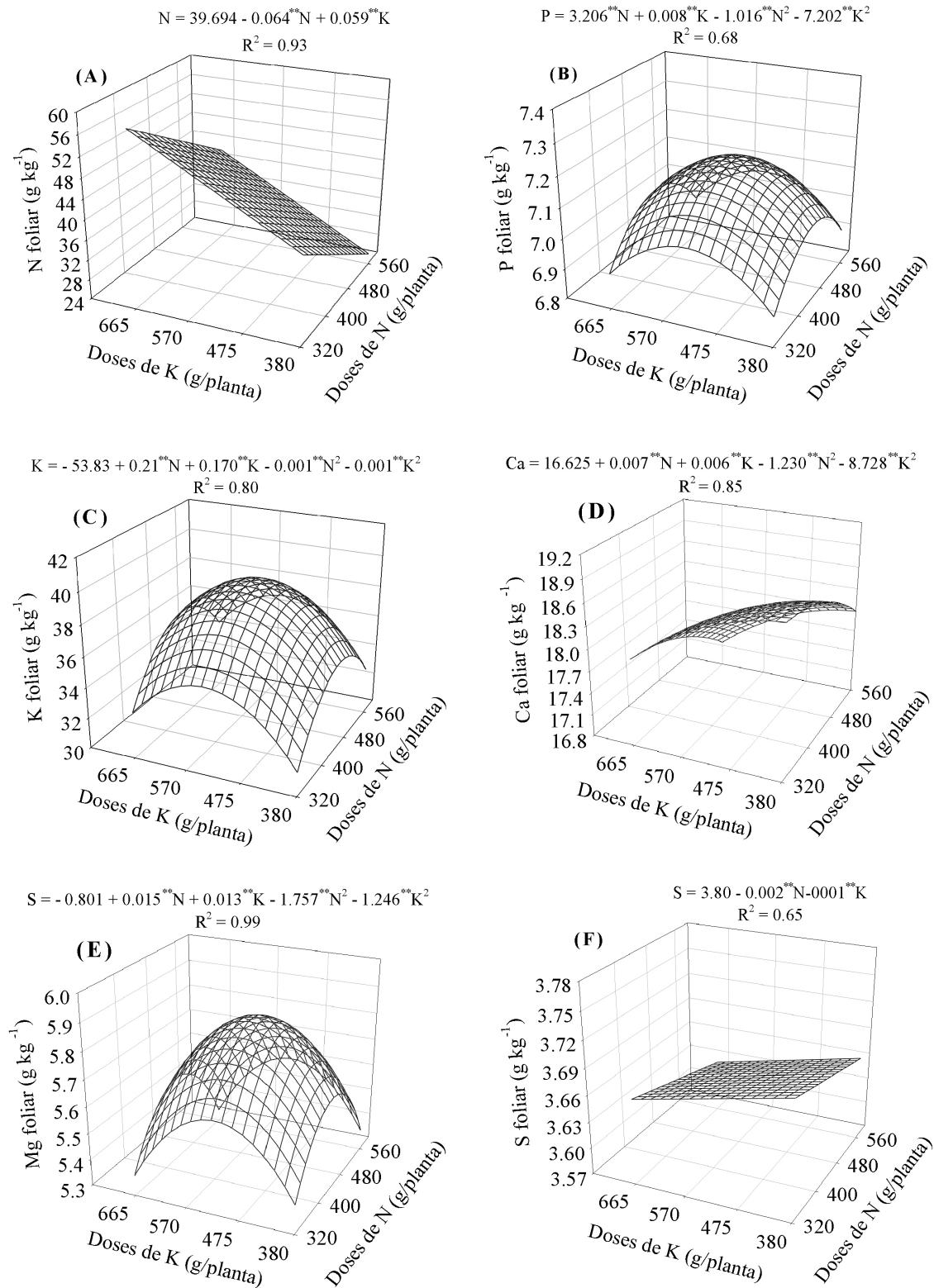
Os teores foliares de enxofre na massa seca da parte aérea das plantas de mamoeiro (Figuras 2K e 2L) apresentaram valores médios variando de 3,80 a 4,12 g kg<sup>-1</sup>, resultados inferiores à máxima média de 4,94 g kg<sup>-1</sup> registrada por Campostrini et al. (2001) e à média de 4,29 g kg<sup>-1</sup> reportada por Silva Júnior (2013). Os valores médios registrados para as maiores doses de N, independentemente do espaçamento de plantio, são inferiores aos considerados por Malavolta et al. (1997) como adequados à cultura. Essa situação evidencia a necessidade de aplicação de enxofre nesse tipo de solo, mesmo considerando que o superfosfato simples, fonte fosfatada usada no experimento conter 10% de S, não foi suficiente para o adequado suprimento do mamoeiro Formosa. Adicionalmente, doses elevadas de nitrogênio no solo, segundo Jamal et al. (2010) pode reduzir a disponibilização de enxofre no solo, com efeito nas plantas.

#### *Doses de N e K em espaçamento simples e duplo*

Para plantas cultivadas em espaçamento simples, de uma forma geral, foram registradas tendências semelhantes àquelas sob cultivo em espaçamento duplo (Figuras 3 e 4, respectivamente), com exceção do nitrogênio.

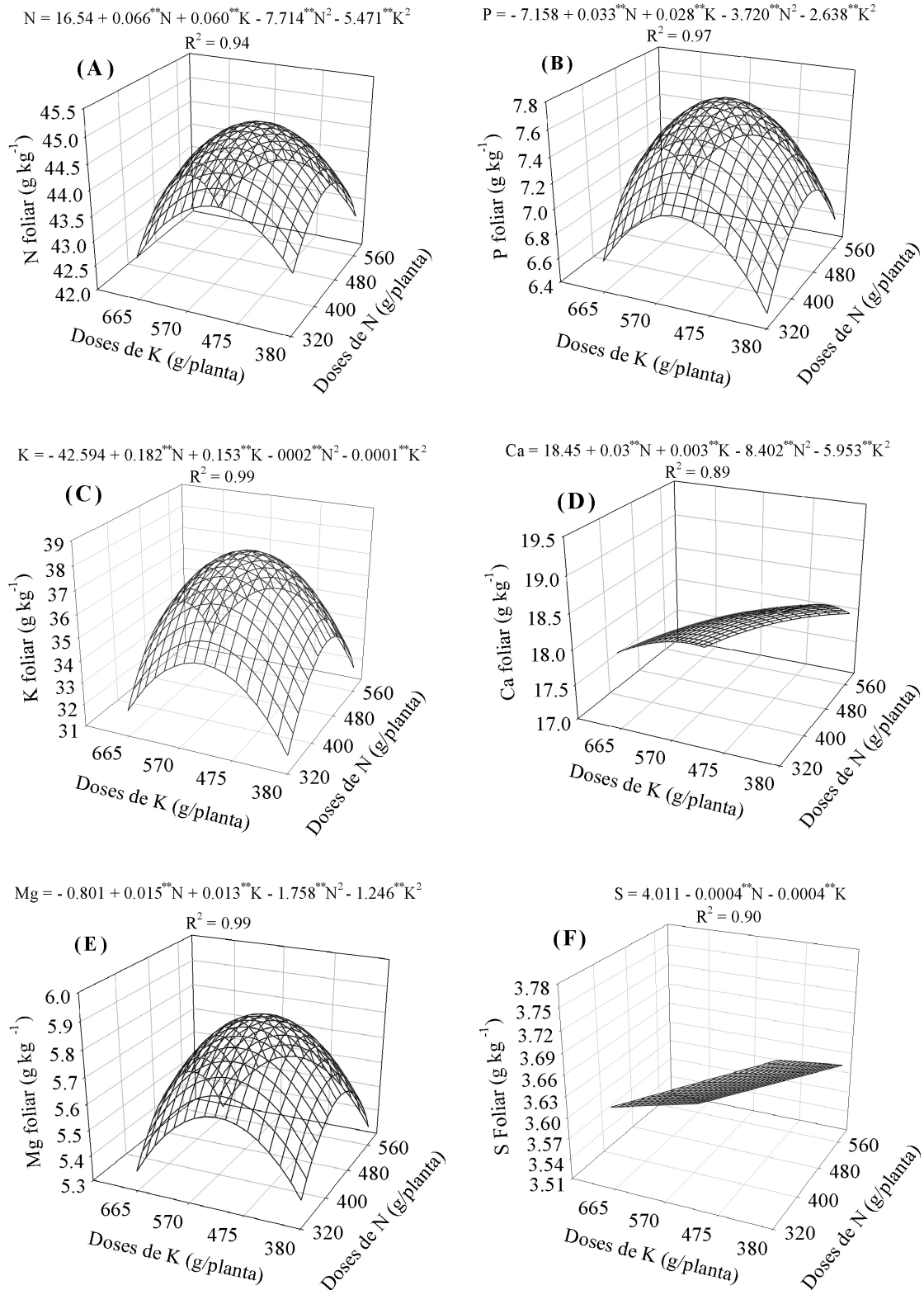
Exceto para o enxofre, em que observam-se declínios com aumentos das doses de ureia e cloreto de potássio, o incremento das doses dos respectivos fertilizantes minerais resultou em aumento das concentrações foliares dos macronutrientes até uma dose ótima de cada insumo e a partir dessa dose houve decréscimo progressivo nos teores foliares acumulados (Figuras 3 e 4).

Os teores foliares de nitrogênio para plantas em espaçamento simples (Figura 3A) foram incrementados com aumento das doses de N e K em cobertura, o que pode ser atribuído ao baixo teor de matéria orgânica do solo onde o experimento foi desenvolvido (Tabela 1) e à elevada demanda do mamoeiro



**Figura 3.** Concentrações foliares de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D) magnésio (E) e enxofre (F) do mamoeiro Formosa (cv. Caliman 01) cultivado em espaçamento simples, em função de doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura.





**Figura 4.** Concentrações foliares de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D) magnésio (E) e enxofre (F) do mamoeiro Formosa (cv. Caliman 01) cultivado em espaçamento duplo, em função de diferentes doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura.

em relação ao nitrogênio, que se caracteriza como o segundo nutriente mais requerido pelo mamoeiro, conforme Bisht et al. (2010). Por outro lado, nas plantas em espaçamento duplo (Figura 4A) a tendência foi de incremento seguido de decréscimo em função das maiores doses do fertilizante nitrogenado em cobertura. Essa tendência dos resultados contrasta com as plantas do espaçamento simples e a diferença pode ser atribuída à dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta, principalmente quanto às perdas para o solo ou para a atmosfera oriunda da prática da adubação (Gaju et al., 2011). Ao considerar a faixa de suficiência definida por Malavolta et al. (1997) entre 40 e 50 g kg<sup>-1</sup>, pode-se calcular as doses mínimas de 400 g planta<sup>-1</sup> de N e 440 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em espaçamento simples e 312 g planta<sup>-1</sup> de N e 440 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para o mamoeiro cultivado em espaçamento duplo.

Para os teores foliares de fósforo em função de doses de N e K (Figuras 3B e 4B), observa-se incremento inicial com aumento das doses de N e K em cobertura, seguido de decréscimo com o aumento das respectivas doses. Esses resultados, provavelmente, ocorreram em função de uma possível competição na absorção entre os ânions fosfato e nitrato que pode se constituir num fator de menor absorção do P, em condições de maiores concentrações de N (Marschner, 2012). As doses estimadas de N e K visando atingir o nível de suficiência proposto por (Malavolta et al., 1997) para P, corresponderam a 241 g planta<sup>-1</sup> de N e 299 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em espaçamento simples e 185,63 g planta<sup>-1</sup> de N e 293,63 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, para o cultivo em espaçamento duplo.

Os teores foliares de potássio na massa seca do mamoeiro em função de doses de N e K apresentaram melhor ajuste significativo ao modelo quadrático, caracterizado por aumento da concentração de P foliar seguido de decréscimo para maiores doses dos respectivos fertilizantes (Figura 3C e 4C), esse comportamento pode ser atribuído ao baixo teor inicial de potássio do solo, bem como a planta ter atingido níveis suficientes do nutriente. Conforme critério definido por Malavolta et al. (1997), ao ser adubada com 267 g planta<sup>-1</sup> de N

e 306 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em espaçamento simples e 267,30 g planta<sup>-1</sup> de N e 313,42 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Em relação aos teores foliares de cálcio na matéria seca foliar do mamoeiro Formosa cv. Caliman 01 (Figuras 3D e 4D), destaca-se diferença na distribuição de dados em relação ao potássio (Figuras 3C e 4C) e ao magnésio (Figuras 3E e 4E). A diferença torna-se mais acentuada a partir dos valores em que os teores foliares apresentam inversão de tendência crescente. Esse fenômeno expressa uma competição entre esses íons, previamente descrita na literatura científica (Marschner, 2012). Em adição, para Ca e Mg foram estimadas as mesmas doses (213 g planta<sup>-1</sup> de N em espaçamento simples e 275 g planta<sup>-1</sup> de N em espaçamento duplo), necessária para o adequado suprimento dos respectivos nutrientes, embora não sendo possível a determinação da dose de potássio.

Para os teores foliares de enxofre em função das doses de N e K, observou-se tendências semelhantes em ambos os espaçamentos (Figuras 3F e 4F), registrando-se redução dos valores desse nutriente com o aumento das doses de N e K em cobertura, sendo que o valor máximo alcançado foi de 3,60 g kg<sup>-1</sup> de S. Pelos resultados percebe-se que as maiores doses de N e K promoveram níveis insuficientes de S, e, as doses máximas de N e K estimadas para o nível adequado de S na planta seriam aproximadamente 400 g planta<sup>-1</sup> de N e 380 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, independentemente do espaçamento de plantio adotado.

### Conclusões

As plantas cultivadas em ambos os espaçamentos de plantio, no início da frutificação, estavam adequadamente supridas em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, porém, deficientes em magnésio e enxofre.

As plantas cultivadas em espaçamento duplo, estavam com maiores teores de macronutrientes foliares que as do espaçamento simples, exceto para o potássio.

O fornecimento das doses em cobertura de 400 g planta<sup>-1</sup> de N e 440 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em espaçamento simples e 320 g planta<sup>-1</sup> de N e 440 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em espaçamento duplo

se adequam ao cultivo do mamoeiro Formosa cv. Caliman 01.

### Agradecimentos

Os agradecimentos são direcionados ao Banco do Nordeste pela concessão de auxílio financeiro e à coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelas bolsas de mestrado concedidas aos primeiro e terceiro autores.

### Referências

Almeida, F.T., Bernardo, S., Marinho, C.S., Marin, S.L.D., Sousa, E.F. 2002. Teores de nutrientes do mamoeiro "Improved Sunrise Solo 72/12" sob diferentes lâminas de irrigação no norte fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 547-551.

Assis, R.L., Ferreira, M.M., Cargnelutti Filho, A. 2006. Estado nutricional de *Eucalyptus urophyllas* Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrados de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 36: 151-157.

Ayers, R.S., Westcot, D.W. 1999. *A qualidade da água na agricultura*. Campina Grande, Brasil. 153 p.

Banzatto, D.A., Kronka, S.N. 2006. *Experimentação agrícola*. FUNEP, Jaboticabal, Brasil. 247 p.

Berilli, S.S., Oliveira, J.G., Marinho, A.B., Lyra, G.B., Sousa, E.F., Viana, A.P., Bernardo, S., Pereira, M.G. 2007. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29: 11-14.

Bisht, C.P., Solanki, R.B., Singh, A. 2010. Effect of NPK and FYM on quality and leaf nutrient status for obtaining yield of papaya. *Annals of Horticulture* 3: 109-111.

Campostrini, E., Marinho, C.S., Yamanyshi, O.K., Matos, A.T. 2001. Teores foliares de nutrientes e produção do mamoeiro cultivado em duas propriedades efetivas. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23: 101-104.

Cavalcante, Í.H.L., Cavalcante, L.F., dos Santos, G.D., Beckmann-Cavalcante, M.Z., Silva, S.M. 2012. Impact of biofertilizers on mineral status and fruit quality of yellow passion fruit in Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 43: 2027-2042.

Cavalcante, Í.H.L., da Silva-Matos, R.R.S., Albano, F.G., da Silva Jr, G.B., da Silva, A.M., da Costa, L.S. 2013. Foliar spray of humic substances on seedling production of yellow passion fruit. *International*

*Journal of Food, Agriculture and Environment* 11: 301-304.

Coelho Filho, M.A., Coelho, E.F., Cruz, J.L. 2006. *Uso da transpiração máxima de mamoeiro para o manejo de irrigação por gotejamento em regiões úmidas e sub-úmidas*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, Brasil. 30 p.

Costa, A.N. Da., Costa, A. de F.S. da. 2013. Ferregueti, G.A. Manejo da fertilidade do solo e da nutrição do mamoeiro. *Informe Agropecuário* 34: p. 38-47.

Falcão, N.P.S., Borges, L.F. 2006. Efeito da fertilidade de terra preta de índio da Amazônia central no estado nutricional e na produtividade do mamão Havaí (*Carica papaya* L.). *Acta Amazônica* 36: 401-406.

Fontes, R.V., Viana, A.P., Pereira, M.G., Oliveira, J.G., Silva, D.M., Broetto, S.G., Silva, M. M. 2010. Diferentes espaçamentos de plantio e níveis de adubação sobre a atividade da redutase do nitrato em folhas do híbrido de mamoeiro UENF/CALIMAN-01. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 1138-1145.

Gaju, O., Allard, V., Martre, P., Snape, J.W., Heumez, E., Legouis, J., Moreau, D., Bogard, M., Griffiths, S., Orford, S., Hubbart, S., Foulkes, M. J. 2011. Identification of traits to improve the nitrogen-use efficiency of wheat genotypes. *Field Crops Research* 123: 139-152.

Hepler, P.K. 2005. Calcium: a central regulator of plant growth and development. *American Society of Plant Biologists* 17: p. 2142-2155.

Jamal, A., Moon, Y., Abdin, M.Z. 2010. Sulphur - a general overview and interaction with nitrogen. *Australian Journal of Crop Science* 4: 523-529.

Kandil, E.A., Fawzi, M.I.F.M., Shahin F.M. 2010. The effect of some slow release nitrogen fertilizers on growth, nutrient status and fruiting of "Mit Ghamr" peach trees. *Journal of American Science* 6: 195-201.

Kulhánek, M., Balík, J., Černý, J., Vaněk, V. 2009. Evaluation of phosphorus mobility in soil using different extraction methods. *Plant Soil Environment* 55: 267-272.

Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Potafos, Piracicaba, Brasil. 281 p.

Marinho, A.B., Bernardo, S., Sousa, E.F., Daher, R.F., Carvalho, C.M., Meireles, R.C. 2010. Produtividade e qualidade do fruto do mamoeiro híbrido UENF/ Caliman 01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. *Agropecuária*

Técnica 31: 22-28.

Marschner, H. 2012. *Mineral nutrition of higher plants*. Elsevier, London, UK. 651 p.

Menegazzo, M.L., Oliveira, A.C., Silva, E.A. 2011. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Agrarian* 4: 189-196.

Mesquita E.F., Cavalcante, L.F., Gondim, S.C., Campos, V.B., Cavalcante, Í.H.L., Gondim, P.C. 2010. Teores foliares e exportação de nutrientes do mamoeiro Baixinho de Santa Amália tratado com biofertilizantes. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 40: 66-76.

Oliveira, A.M., Caldas, R.C. 2004. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 160-163.

Rodríguez-Romero, A. S., Azcón, R., Jaizme-Vega, M. C. 2011. Early mycorrhization of two tropical crops, papaya (*Carica papaya* L.) and pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr.] reduces the necessity of P fertilization during the nursery stage. *Fruits* 66: 3-10.

Silva Júnior, G.B. 2013. *Manejo da adubação nitrogenada no cultivo do mamoeiro Formosa híbrido Caliman 01*. 50f. (Dissertação de mestrado) Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, Brasil.

Viana, T.V.A., Santos, F.S.S., Costa, S.C., Azevedo, B.M. Sousa, A.E.C. 2008. Diferentes doses de potássio, na forma de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa. *Ciência Agrônômica* 39: 34-38.