

Fertilidade do solo, crescimento e qualidade de frutos do mamoeiro Tainung sob fertirrigação com potássio¹

Soil fertility, growth and fruit quality of papaya Tainung, under fertirrigation with potassium

David Correia dos Anjos^{2*}, Fernando Felipe Ferreyra Hernandez³, José Maria Correia da Costa⁴, Segundo Sacramento Urquiaga Caballero⁵ e Vanessa Ohana Gomes Moreira²

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da fertilidade do solo, o crescimento, composição mineral nas folhas e no pecíolo, produtividade e qualidade dos frutos do mamoeiro Formosa, Cv. 'Tainung N^o. 1'; em função de níveis de adubação potássica no solo, aplicados via fertirrigação. O experimento foi conduzido durante os anos agrícolas de 2008/2009 e 2010/2011, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições, instalado em uma área de cultivo comercial no Município de Russas, CE. Os tratamentos corresponderam a quatro doses de KCl (60; 120; 180 e 240 g planta mês⁻¹), aplicados na forma de KCl na água de irrigação, juntamente com a adubação convencional via solo, utilizada no cultivo do mamão no Neossolo Quartzarênico da fazenda. As doses influenciaram na fertilidade do solo, aumentando os teores de N, P, K⁺, matéria orgânica; e percolou as bases do solo, maximizou o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro. A absorção de N, P e K⁺ no mamoeiro, é superior no seu pico de produção; e o P foi o nutriente que mais acumulou no fruto. A qualidade dos frutos foi influenciada pelas doses de K⁺, e a dose 180 g de KCl planta mês⁻¹ favoreceu a produção de frutos de melhor qualidade para consumo de mesa e processamento da polpa.

Palavras-chave: *Carica papaya* L.. Fertilidade do solo. Nutrição.

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of soil fertility, plant growth, mineral composition in leaves and petioles, productivity and fruit quality of papaya Formosa, Cv. 'Tainung N^o. 1' in terms of levels of potassium fertilization on soil applied by fertigation. The experiment was carried during the growing seasons of 2008/2009 and 2010/2011 in a randomized blocks, with five replications, installed in an area of commercial cultivation in the of Russas city in Ceará state, Brazil. The treatments were: four doses of KCl (60; 120; 180 and 240 g plant month⁻¹), applied as KCl in irrigation water along with conventional fertilizers used in cultivation of papaya in a Typic Quartzipisamment of farm. Treatment doses influence soil fertility by increasing the concentrations of N, P, K, organic matter and leached the soil base maximized the growth and yield of papaya. The absorption of N, P and K in the papaya tree was greater during the highest productivity. P showed the greatest accumulation in the fruit. The levels of K influenced fruit quality. The dose 180 g plant per month⁻¹ favors the production of best quality fruits for table consumption and processing of pulp.

Key words: *Carica papaya* L.. Soil fertility. Nutrition.

DOI: 10.5935/1806-6690.20150065

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 04/02/2014; aprovado em 02/06/2015

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Solo e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, pesquisa financiada pelo CNPq

²Programa de Pós-Graduação em Solo e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977, Presidente Kennedy, Fortaleza-CE, Brasil, 60.021-970, dav_correia@hotmail.com, van_ohana1@hotmail.com

³Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977, Presidente Kennedy, Fortaleza-CE, Brasil, 60.021-970, ferrey@ufc.br

⁴Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciência Agrárias/UFC, Av. Mister Hull, 2977, Bloco 858, Alagadiço, Fortaleza- CE, Brasil, 60.356-000, correia@ufc.br

⁵Embrapa Agrobiologia, BR 465, Km 7, Seropédica, RJ, Brasil, 23.890-000, urquiaga@cnpab.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Apesar de ser um fruto bastante perecível em pós-colheita, os frutos do mamoeiro são excelentes fontes de cálcio, vitamina A e C, sendo por isso, amplamente utilizado em dietas alimentares (DURIGAN, 2013; SERRANO; CATTANEO, 2010).

O tempo de amadurecimento, firmeza, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e o teor de nutrientes na polpa do fruto são parâmetros utilizados para avaliar a qualidade dos frutos. Entre os principais fatores que depreciam a qualidade pós-colheita do mamão estão o rápido amolecimento e a elevada incidência de podridões. Dada essa alta perecibilidade, o controle do amadurecimento é fundamental para o aumento de sua vida útil após a colheita, visando o mercado interno e à exportação (TREVISAN *et al.*, 2013).

A obtenção de boa produtividade e qualidade de frutos está diretamente ligada a uma nutrição balanceada. O mamoeiro, por ser uma planta de desenvolvimento rápido e contínuo; com floração e frutificação concomitantes e ininterruptas, necessita de adubações e suprimento de água constante em todo o seu ciclo (OLIVEIRA; CALDAS, 2004).

O potássio é considerado o nutriente mineral da qualidade dos produtos agrícolas, pois desempenha papel fundamental no aumento do tamanho dos frutos; na espessura da casca; no índice de acidez da polpa; no desenvolvimento da raiz; controlando a turgidez dos tecidos; abertura e fechamento de estômatos; transporte de carboidratos, como o amido, controlando na formação de proteínas; auxiliando na maior resistência a doenças e sendo, portanto, indispensável para obter a produtividade máxima econômica (ARAÚJO *et al.*, 2005; SHIMAZAKI *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade do solo, o crescimento das plantas, a composição mineral nas folhas e no pecíolo, a produtividade e a qualidade dos frutos do mamoeiro Formosa, Cv. 'Tainung N.º. 1'; em função de níveis de adubação potássica no solo, aplicados via fertirrigação, nas condições edafoclimáticas de Russas CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os anos agrícolas de 2008/2009 e 2010/2011; na fazenda Frutacor, no município de Russas, CE (4°57'75" S e 38°02'69" W, a 110 m de altitude). O solo do local apresenta relevo plano, baixos teores de matéria orgânica e K (Tabela 1), e segundo Batista (2010), está classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Neossolo Quartzarênico.

Foi utilizada a cultura do mamoeiro, Cv. 'Tainung N.º. 1' por ser atualmente a cultivar mais aceita entre os materiais provenientes do grupo formosa (GOMES FILHO *et al.*, 2008).

Após 30 dias da sementeira, foi realizado o transplantio das mudas de mamoeiro para a área do experimento, preparada de forma semelhante a área de produção comercial. O espaçamento utilizado foi 3,5 m entre as fileiras duplas, 2,5 m entre as fileiras simples e 2,4 m entre plantas. Após a sexagem e desbaste das plantas, foi realizada, mensalmente, adubação foliar com micronutrientes e uma capina manual no lote.

As irrigações foram realizadas por gotejamento, durante todo o ciclo da cultura, usando duas linhas gotejadoras de 16 mm e vazão de 1,5 L h⁻¹ em cada fileira de planta. As irrigações foram realizadas, diariamente, sempre no período de 3 às 15 horas, sendo distribuídas em 18 pulsos de 10 minutos de duração.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, onde os tratamentos consistiram de quatro doses de K (D1 = 60, D2 = 120, D3 = 180 e D4 = 240 g de KCl planta mês⁻¹). Cada tratamento teve cinco repetições, em que a parcela experimental foi constituída por quatro linhas de plantio, com cinco plantas em cada linha. Para efeito de coleta de dados foram consideradas as seis plantas centrais, consideradas a parcela útil.

Após o transplantio das mudas para o solo, foi iniciada a aplicação dos tratamentos via água de irrigação (Tabela 2), juntamente com outros macronutrientes utilizados na adubação comercial. As aplicações de KCl nas plantas foram realizadas em três pulsos de irrigação

Tabela 1 - Valores das características granulométricas e químicas do solo utilizado no experimento

Camada	Argila	Silte	Areia	MO	pH ⁽¹⁾	CE	P ⁽²⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	K ⁽³⁾	Na ⁽³⁾	H+Al ⁽³⁾
m	g kg ⁻¹				dS m ⁻¹	mg kg ⁻¹		cmol _c kg ⁻¹				
0,0-0,2	90,4	56,1	853,5	6,09	5,4	0,09	1,81	0,81	0,40	0,03	0,08	0,57
0,2-0,4	98,0	39,5	862,5	3,07	4,7	0,09	1,03	0,47	0,24	0,03	0,08	0,62

⁽¹⁾ pH em H₂O; ⁽²⁾ Extrator usado Mehlich 1; ⁽³⁾ Extrator usado Acetato de Cálcio; Retirado de Batista, 2010

Tabela 2 - Resultados das análises da água utilizada na irrigação do experimento

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	CE	RAS	pH	Sólidos Dissolvidos	Classificação
-----mmol _c L ⁻¹ -----								dS m ⁻¹			mg L ⁻¹	
0,68	1,29	3,91	0,36	1,86	0,04	2,90	0,78	0,46	3,93	8,6	294	C2 S1*

* Moderado perigo de salinização e baixo perigo de sodificação

diários, sendo cada pulso com fertilizante alternado com cinco pulsos com água.

No solo, ao fim do cultivo, foram determinados nas profundidades de 0,0-0,2 m e 0,2-0,4 m, os teores do cálcio, magnésio, potássio, sódio trocáveis, fósforo, nitrogênio, matéria orgânica, e os valores de pH e condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; segundo os métodos apresentados em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2011).

Aos 150; 210 e 250 dias após o plantio foram avaliados a altura das plantas e o diâmetro do caule, com auxílio de uma trena com precisão em mm. O diâmetro do caule das plantas foi medido a 0,30 m da superfície do solo.

Aproximadamente oito meses após transplântio das mudas, foi iniciada a colheita dos frutos. A colheita foi realizada, quinzenalmente, de forma similar à colheita comercial usada na fazenda. Em cada colheita, o número médio de frutos por planta foi determinado, dividindo o número total de frutos colhidos por parcela experimental, pelo número de plantas em que foram colhidos os mesmos. A massa média dos frutos foi obtida pela relação entre a massa total dos frutos por parcela, dividido pelo o número de frutos. Ao fim do cultivo, foi estimada a produtividade da área em cada tratamento, multiplicando a produção média dos frutos em kilogramas por planta, pelo número de plantas por hectare.

Aos 360 e 720 dias após o transplântio (pico e fim do ciclo de produção, respectivamente), foi realizado o acompanhamento do estado nutricional das plantas, através de análise foliar, para os quais foram coletados, por repetição, dois pecíolos e duas folhas recém maduras de acordo com o método descrito por Marinho *et al.* (2002). Os pecíolos e as folhas foram identificados e colocados para secar em estufa com circulação de ar forçado a 65 °C, até peso constante, moído e passado em peneira com abertura de malha de 20 mesh e, subsequentemente, armazenado para análises químicas. Para determinação dos teores de N, P, K na matéria seca: o N foi determinado após digestão sulfúrica pelo método semi-micro Kjeldahl. Em extrato de digestão nitroperclórica, o P foi determinado, colorimetricamente, pelo método do molibdato mais

vanadato de amônio, e o K por fotometria de emissão de chama, segundo a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Para avaliar a qualidade dos frutos do mamoeiro, aos 360 dias após o transplântio foi escolhido cinco frutos por tratamento, do tipo exportação (frutos de plantas hermafroditas, bem desenvolvidos e sadios). Depois de colhidos, os frutos passaram por processo de lavagem, desinfecção com antifúngico e depois lustrados com cera de carnaúba. Os frutos foram transportados até o Laboratório de Qualidade e Secagem do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, onde foram conservados em condições de laboratório na temperatura de 21 ± 1 °C. Os parâmetros utilizados para avaliar as características físicas dos frutos foram: o amadurecimento do mamão, quantificado de acordo com o número de dias necessários para o mesmo chegar ao seu ponto ideal de consumo; a massa da casca e da polpa dos frutos, foi feita com auxílio de balança com precisão 0,01g; a firmeza determinada usando o penetrômetro digital, da marca SOILCONTROL, modelo PBDF, através da introdução de uma ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro a uma profundidade de aproximadamente 10 mm em três lados opostos na porção mediana do fruto com casca. Logo após, foi calculado a média das leituras e o resultado foi expresso em Newton (N). As determinações físico-químicas foram realizadas na polpa do mamão processada e homogeneizada, obtida após os frutos serem descascados e serem retiradas as sementes. Foi determinado por refratometria o valor do °Brix, que representa os sólidos solúveis totais do fruto. A acidez total titulável do fruto expressa em % de ácido cítrico (mg de ácido cítrico/100g de polpa) e o pH da polpa do fruto, foram realizadas segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os teores de N, P e K da polpa foram determinados usando 0,5 g da polpa do fruto seca em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C, segundo a metodologia analítica de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), descritas nas análises químicas do acompanhamento do estado nutricional das plantas através de análise foliar.

A análise de variância dos resultados obtidos foi realizada pelo teste F e as médias foram submetidas à

regressão polinomial, com auxílio do programa SAEG 9.1. O modelo estatístico adotado foi o correspondente à equação de maior grau, que apresentou o valor de F com maior valor significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na Tabela 3, a adubação com potássio influenciou, significativamente, ao nível de significância de 1% pelo teste F, a concentração do cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) potássio (K^+), sódio (Na^+), fósforo (P), nitrogênio (N), matéria orgânica (MO), pH e condutividade elétrica do solo (CE), nas profundidades de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m, com exceção do K e o Na nas profundidades 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m, respectivamente, que foram influenciados significativamente ao nível de significância de 5% pelo teste F.

O Ca^{2+} , Mg^{2+} e o Na^+ trocáveis do solo apresentaram comportamento semelhantes nas profundidades 0,0-

0,2 e 0,2-0,4 m (Figura 1a, 1b e 1d), verificando-se que com o aumento das doses de K^+ , os teores desses elementos no solo foram reduzidos e a concentração de K^+ foi elevada, seguindo um modelo linear (Figura 1c), com $R^2 = 0,97$ e $0,99$ (nas profundidades 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m, respectivamente). Os resultados demonstram que aplicação de doses superiores a 120 g de KCl planta m^{-2} favorece a perda do Ca^{2+} , Mg^{2+} e do Na^+ por percolação para as camadas inferiores, em que absorção da planta será dificultada, já que a concentração média do Ca^{2+} ($1,38 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), Mg^{2+} ($0,50 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e do Na^+ ($0,05 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) na camada de 0,2-0,4 m ao fim do experimento, foi superior aos seus níveis iniciais antes da aplicação dos tratamentos ($\text{Ca}^{2+} = 0,81 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $\text{Mg}^{2+} = 0,40 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $\text{Na}^+ = 0,08 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). O K^+ , apesar de ser um cátion monovalente; o que confere menor força de atração do íon pela fração coloidal do solo, com o aumento da sua concentração possibilita o deslocamento dos outros cátions, favorecendo sua retenção no complexo de troca (MATOS; GARIGLIO; MONACO, 2013).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as características químicas do solo utilizado no experimento nas profundidades 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m, ao fim do cultivo em função das doses de KCl aplicada via fertirrigação no Neossolos Quartzarênicos

FV	Tratamentos	Blocos	Resíduo	CV (%)	Média
GL	3	4	12		
Variáveis	Quadrados médios				
Ca (0,0-0,2 m)	0,13**	0,009 ^{ns}	0,004	13,37	1,68
Ca (0,2- 0,4 m)	0,51**	0,005 ^{ns}	0,022	10,93	1,38
Mg (0,0-0,2 m)	0,14**	0,0003 ^{ns}	0,002	18,45	0,65
Mg (0,2-0,4 m)	0,05**	0,0002 ^{ns}	0,002	19,94	0,50
K (0,0-0,2 m)	0,061*	0,05 ^{ns}	0,05	32,17	0,09
K (0,2-0,4 m)	0,0002**	0,00 ^{ns}	0,00	15,03	0,06
Na (0,0-0,2 m)	0,0001**	0,00 ^{ns}	0,00	12,80	0,05
Na (0,2-0,4 m)	0,00006*	0,00 ^{ns}	0,00	17,29	0,05
P (0,0-0,2 m)	11,17**	0,21 ^{ns}	0,98	18,52	11,55
P (0,2-0,4 m)	22,65**	0,10 ^{ns}	0,99	19,33	10,71
N (0,0-0,2 m)	7,23**	0,32 ^{ns}	0,10	18,58	3,71
N (0,2-0,4 m)	4,02**	0,001 ^{ns}	0,03	16,90	2,78
MO (0,0-0,2 m)	33,46**	0,10 ^{ns}	0,09	13,05	10,10
MO (0,2-0,4 m)	30,80**	0,21 ^{ns}	0,06	13,11	8,19
pH (0,0-0,2 m)	0,26**	0,001 ^{ns}	0,01	12,35	5,83
pH (0,2-0,4 m)	0,89**	0,01 ^{ns}	0,008	11,62	5,52
CE (0,0-0,2 m)	0,007**	0,00001 ^{ns}	0,00	28,38	0,35
CE (0,2-0,4 m)	0,002**	0,00001 ^{ns}	0,00	25,00	0,25

FV = fator de variação, GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação ** = significativo ao nível de 1% do teste F; * = significativo ao nível de 5% e ns = Não significativo

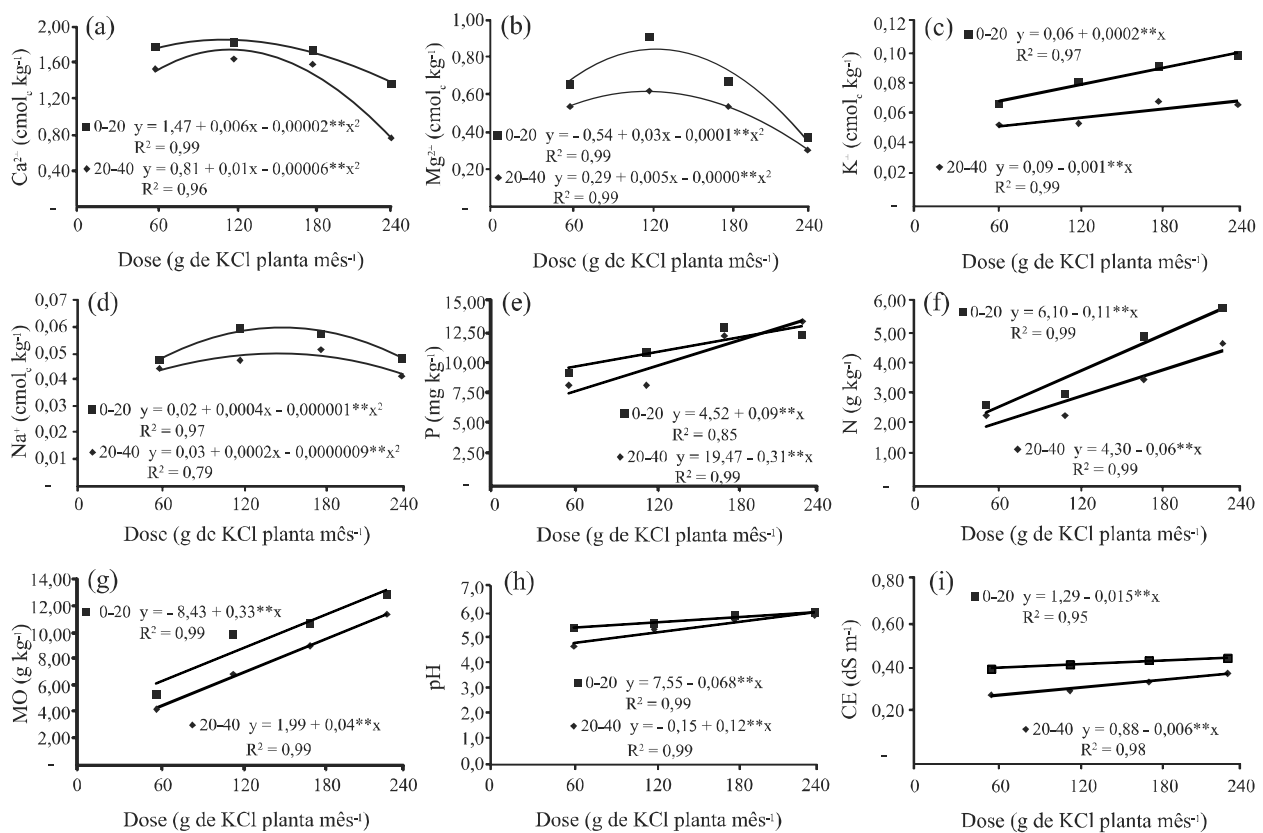
A aplicação do K^+ , via fertirrigação, favoreceu um incremento na sua concentração inicial no perfil do solo, mesmo em relação a menor dose de K^+ , aplicada via fertirrigação (Figura 1c). Os maiores teores de potássio trocável 0,10 e 0,07 $cmol_c kg^{-1}$ (nas profundidades 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m, respectivamente), foram obtidos com a aplicação da maior concentração de KCl, 240 g planta $mês^{-1}$, que favoreceu maior percolação desse nutriente para a profundidade 0,2-0,4 m. Por outro lado, estes valores demonstram a eficiência na aplicação do K^+ com o uso da fertirrigação em Neossolos Quartzarênicos, pois a fertirrigação reduz os problemas da movimentação dos íons que se movem no solo em direção às raízes por difusão, devido à existência de um gradiente de concentração e do K^+ possuir uma menor movimentação em solo de textura mais arenosa (NEVES; ERNANI; SIMONETE, 2009). Devido manter o K^+ disponível no solo próximo as raízes das plantas.

Os teores de fósforo e nitrogênio nas profundidades 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m, aumentam com a concentração do K^+ no solo, seguindo um modelo linear (Figura 1e e 1f). Na profundidade 0,2-0,4 m,

o P apresentou um aumento da sua concentração em relação a profundidade 0,0-0,2 m.

Esse comportamento pode ser relacionado ao aumento da disponibilidade do P, favorecida pelo aumento do pH do solo nessa profundidade (Figura 1h). Nessas profundidades também ocorreu o aumento do teor médio de P em relação aos teores iniciais, antes da aplicação dos tratamentos. O aumento da concentração do P e do N no perfil do solo pode ser relacionado ao aumento dos teores de matéria orgânica no perfil do solo. A matéria orgânica passou de 6,09 e 3,07 $g kg^{-1}$ antes da aplicação dos tratamentos para os teores médios 10,1 e 8,19 $g kg^{-1}$ (nas profundidades 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m, respectivamente), ao fim do cultivo (Figura 1g). Esse aumento pode ser relacionado ao aumento das doses de K, que favorecem o aumento da produção de matéria verde dos mamoeiros durante seu ciclo de produção. Os restos culturais que caem sobre o solo formando uma serapilheira vão se decompondo e favorecendo o acúmulo de matéria orgânica no solo. O acúmulo da matéria orgânica na profundidade de 0,2-0,4 m foi influenciado pela prática da capina manual, que auxiliava na incorporação dos restos culturais

Figura 1 - Concentração de Ca^{2+} (a), Mg^{2+} (b), K^+ (c), Na^+ (d), P (e), N (f), MO (g), pH (h) e CE (i) nas profundidades de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m ao fim do cultivo em função das doses de KCl aplicada via fertirrigação no Neossolos Quartzarênicos



a camadas mais profundas do solo. Segundo Freire *et al.* (2010), a deposição da serrapilheira é uma importante via de retorno de nitrogênio e fósforo ao solo.

Os valores de pH variaram em profundidade e com o aumento da dose de KCl aplicada via fertirrigação, seguindo um modelo linear (Figura 1h), com $R^2 = 0,99$. Este comportamento pode ser explicado pelo baixo poder tampão do solo estudado (Neossolo Quartzarênico, de textura arenosa) e, conseqüentemente, a baixa acidez potencial. A condutividade elétrica média do extrato de saturação do solo nas profundidades 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m (0,35 e 0,25 dS m⁻¹, respectivamente) ao fim do cultivo, aumentou em relação aos valores anteriores a aplicação dos tratamentos, sendo esses valores considerados dentro da faixa normal para as culturas. Sua concentração aumentou em função do aumento da quantidade KCl, obtendo comportamento semelhante ao modelo linear do K⁺. Esses valores aumentaram, de forma significativa, com o aumento das doses de KCl, aplicadas via fertirrigação; evidenciando o efeito salino do fertilizante. Existe uma

relação entre a aplicação de K₂O na forma de KCl e a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; este efeito se ajusta a uma equação linear (PEIXOTO; CHAVES; GUERRA, 2006).

Com base na Tabela 4, as doses de KCl influenciaram significativamente ao nível de significância de 1%, pelo teste F, as variáveis: altura das plantas e diâmetro do caule avaliadas aos 150; 210 e 250 dias de cultivo do mamoeiro.

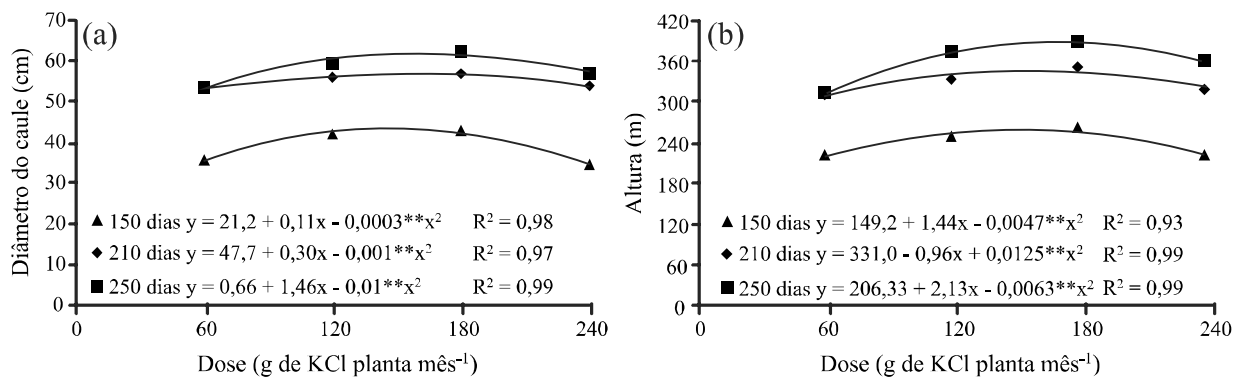
O maior crescimento em altura e diâmetro do caule (média de 89% e 30%, respectivamente), ocorreu entre os 150 e 210 dias; em quanto que entre 210 e 250 dias esse crescimento foi menor (média de 30% e 4,25%, respectivamente). O aumento das doses de potássio na fertirrigação também aumentou os valores dessas características, atingindo o máximo em torno de 180 g de KCl planta mês⁻¹, a partir do qual, o aumento das doses de K₂O reduziram o desenvolvimento das plantas (Figura 2a e 2b).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para altura das plantas e diâmetro do caule de mamoeiro (*Carica papaya* L.), medida aos 150; 210 e 250 dias em função das doses de KCl aplicadas via fertirrigação no Neossolos Quartzarênicos

FV	GL	Quadrados médios					
		Altura das plantas			Diâmetro do caule		
		150	210	250	150	210	250
Tratamentos	3	54,80**	7,96**	132,16**	1256,30**	942,75**	3084,55**
Blocos	4	2,27 ^{ns}	1,89 ^{ns}	1,33 ^{ns}	100,75 ^{ns}	0,75 ^{ns}	6,33 ^{ns}
Resíduo	12	10,24	3,67	1,33	49,30	15,75	11,22
CV (%)		18,22	13,47	19,90	12,90	12,10	19,40

FV = fator de variação, GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação ** = significativo ao nível de 1% do teste F e ns = Não significativo

Figura 2 - Altura das plantas (a) e diâmetro do caule (b) do mamoeiro (*Carica papaya* L.) medida aos 150; 210 e 250 dias em função das doses de KCl aplicadas via fertirrigação no Neossolos Quartzarênicos



O aumento da altura e do diâmetro do caule do mamoeiro nas doses mais baixas é explicado devido ao K^+ ser um nutriente essencial, e pelo seu baixo teor no solo ($0,03 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). A inibição do desenvolvimento do mamoeiro observado com a dose máxima, pode ser atribuída ao excesso de KCl. Segundo Wakeel (2013), a alta disponibilidade de K^+ pode causar um antagonismo na absorção de outros nutrientes essenciais ou até mesmo causar toxicidade devido ao índice salino do adubo KCl.

As variáveis: número de frutos por planta, produtividade, teores de N, P e K^+ no pecíolo e nas folhas aos 360 e 720 dias, foram influenciados, significativamente, ao nível de 1% pelo teste F, pelas doses de KCl aplicadas via fertirrigação. Por outro lado, o P no pecíolo e nas folhas aos 720 dias não foi influenciado. O efeito das doses de K^+ sobre os valores da massa média dos frutos foi significativo ao nível de 5% pelo teste F (Tabela 5).

O número de frutos por planta, massa média dos frutos e a produtividade se ajustaram ao modelo linear crescente, com R^2 de 0,99; 0,80 e 0,99 (respectivamente), semelhante ao modelo linear ajustado à concentração do K^+ no solo em relação ao

aumento das doses de KCl aplicadas ao solo. (Figura 3a; 3b e 3c). O aumento do número de frutos por planta e da massa média dos frutos está relacionado com a disponibilidade de potássio para planta, já que o potássio possui várias funções no metabolismo vegetal, como ativador enzimático, regulador da abertura estomática, fotossíntese, transporte de carboidratos e na respiração (SHIMAZAKI *et al.*, 2007). Viana *et al.* (2008), também relacionaram o aumento das doses de potássio ao aumento do número de frutos por planta, em um experimento com mamão formosa. A produtividade variou de 109,2 a 154,0 Mg ha^{-1} . As doses de K^+ aplicadas via fertirrigação aumentaram a produtividade, verificando-se o maior valor no tratamento com a aplicação de 240 g de KCl planta mês^{-1} . Os resultados encontrados para número de frutos por planta e massa média dos frutos são responsáveis pelo o aumento da produtividade, pois a produtividade do mamoeiro foi estimada através desses valores.

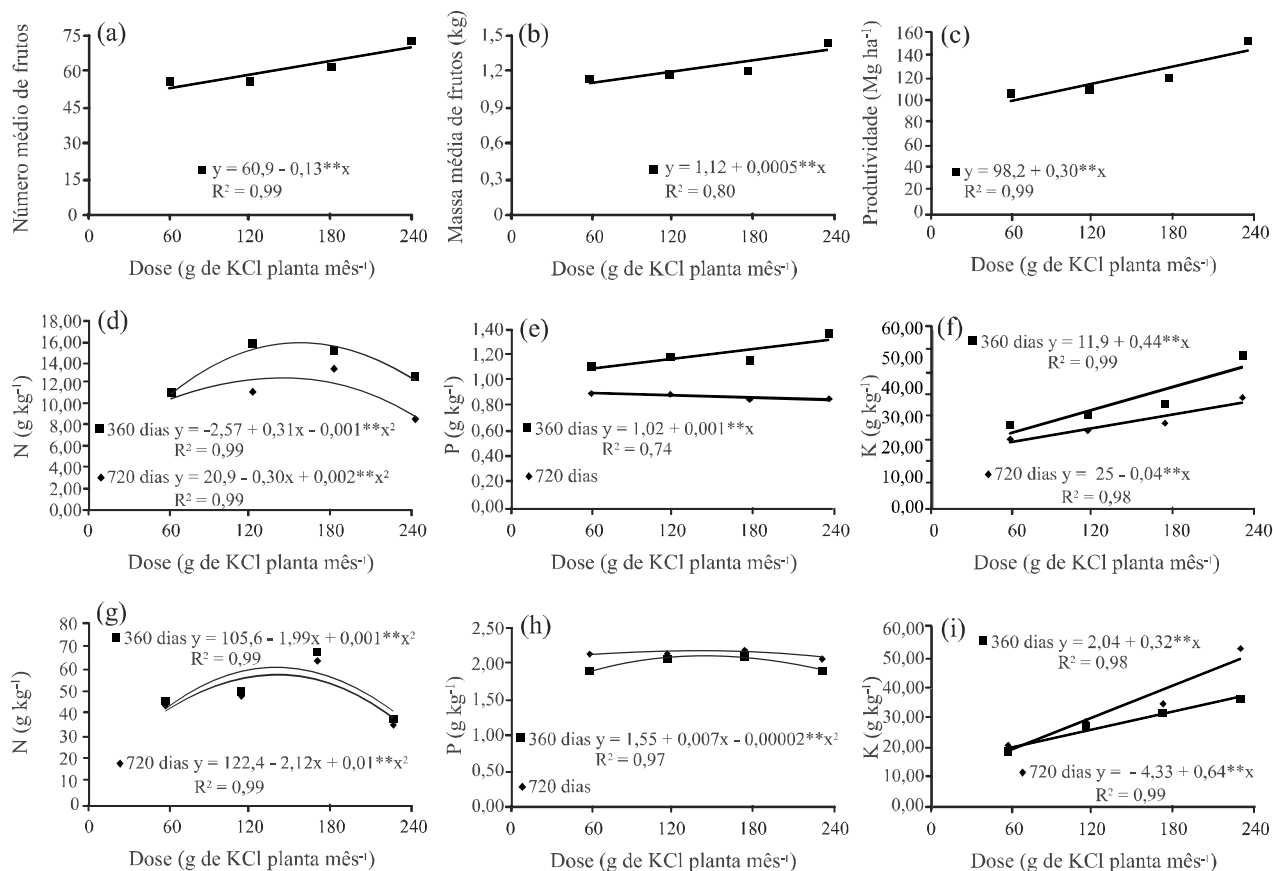
Ao analisar-se, pela análise de regressão, o efeito das diferentes doses de potássio sobre a concentração do N aos 360 e 720 dias do pecíolo e nas folhas do mamoeiro, o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, com R^2 de 0,99 (Figura 3d e 3g). Os teores

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para as características número médio de frutos (NF), massa média dos frutos (MMF), produtividade (PA) e concentração do nitrogênio (N), do fósforo (P) e do potássio (K) na matéria seca dos pecíolos e das folhas do mamoeiro aos 360 e 720 dias em função das doses de KCl aplicadas via fertirrigação no Neossolos Quartzarênicos

FV	Tratamentos	Blocos	Resíduo	CV (%)
GL	3	4	12	
Variáveis	Quadrados médios			
NF	197,1**	10,4 ^{ns}	4,01	13,50
MMF	0,006*	0,003 ^{ns}	0,001	12,88
PA	1358,2**	3,336 ^{ns}	1,26	28,45
N (pecíolo 360 dias)	13,11**	0,31 ^{ns}	0,11	12,64
P (pecíolo 360 dias)	0,04**	0,003 ^{ns}	0,004	15,61
K (pecíolo 360 dias)	329,0**	15,8 ^{ns}	1,33	13,15
N (pecíolo 720 dias)	10,35**	0,76 ^{ns}	0,53	16,91
P (pecíolo 720 dias)	0,001 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0008	13,30
K (pecíolo 720 dias)	109,1**	3,28 ^{ns}	2,87	15,84
N (folha 360 dias)	377,68**	1,37 ^{ns}	1,44	12,65
P (folha 360 dias)	0,03**	0,02 ^{ns}	0,007	14,25
K (folha 360 dias)	87,6**	6,12 ^{ns}	2,34	15,86
N (folha 720 dias)	376,50**	12,54 ^{ns}	22,50	19,52
P (folha 720 dias)	0,007 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,007	13,86
K (folha 720 dias)	590,9**	1,61 ^{ns}	2,94	14,96

FV = fator de variação, GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação ** = significativo ao nível de 1% do teste F e ns = Não significativo

Figura 3 - Número médio de frutos (a), massa média dos frutos (b), produtividade (c) e concentração do nitrogênio, do fósforo e do potássio na matéria seca dos pecíolos (d, e, f, respectivamente) e das folhas (g, h, i, respectivamente) do mamoeiro aos 360 e 720 dias em função das doses de KCl aplicadas via fertirrigação no Neossolos Quartzarênicos



relativos ao nitrogênio aos 360 e 720 dias no pecíolo e nas folhas do mamoeiro aumentaram em função das doses de K fornecidas ao solo, atingindo o máximo em torno da dose de 180 g de KCl planta mês⁻¹; a partir do qual, o aumento das doses de K₂O provocou o declínio nos teores acumulados de N nas plantas. Comparando os valores de N entre os dois períodos de coleta de material vegetal, ocorre uma redução na concentração do N no material coletado aos 720 dias. Este resultado indica que o mamoeiro, mesmo com uma boa disponibilidade de N no solo (Figura 1f), exige mais N no seu pico de produção, do que ao fim do seu ciclo. Considerando como teor adequado de N na matéria seca do pecíolo do mamoeiro, valores acima 10 g kg⁻¹ e nas folhas acima de 43 g kg⁻¹ (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997, constata-se que as plantas estavam adequadamente supridas em nitrogênio aos 360 e 720 dias. O mamoeiro apresenta exigências contínuas por nutrientes durante o primeiro ano, atingindo o máximo aos 12 meses (OLIVEIRA; CALDAS, 2004). No mamoeiro o limbo foliar é o melhor indicador do “status” de N na

planta do que o pecíolo foliar, pois os teores observados no pecíolo mostram a capacidade de absorção, enquanto no limbo, mostram o aproveitamento final do N pela planta (MARINHO *et al.*, 2002).

De acordo com análise de regressão apresentada na figura 3e e 3h, a concentração de P nos pecíolos e nas folhas das plantas aos 360 dias se adequaram ao modelo linear e quadrático, respectivamente. Por outro lado, aos 720 dias o P nas folhas e nos pecíolos não se adequaram a nenhum modelo matemático. No pico da produção do mamoeiro (360 dias), ocorreu o aumento do P no pecíolo e sua redução nas folhas. Esses resultados indicam que, com aumento do número de frutos, influenciado pelo incremento das doses de K⁺, ocorre a translocação de P das folhas para os frutos, devido as plantas não estarem supridas adequadamente de P. Santana, Matsuura e Cardoso (2004), encontraram em mamoeiro do grupo Solo, sob cultivo irrigado e convencional encontraram, valores semelhantes de P nas folhas (2,11 a 2,20 g kg⁻¹),

aos resultados das análises foliares na maior concentração de fósforo no pecíolo (1,38 g kg⁻¹), e na folha (2,14 g kg⁻¹) aos 360 dias; quando aplicado as doses de KCl 240 e 180 g de KCl planta m⁻², respectivamente, sendo estes teores de P abaixo do adequado (3 e de 5 a 7 g kg⁻¹, para pecíolo e folha, respectivamente) para o mamoeiro, considerados por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Aos 360 e 720 dias, o teor de potássio no pecíolo e nas folhas do mamoeiro aumentaram com o incremento das doses de KCl aplicadas via fertirrigação, adequando-se ao modelo linear crescente, com R² ≥ 0,98 (Figura 3f e 3i). A concentração do K variou de 28,11 a 51,77 g kg⁻¹ e 23,49 a 37,48 g kg⁻¹ (aos 360 e 720 dias, respectivamente) no pecíolo das plantas, e de 18,70 a 36,73 g kg⁻¹ e 20,77 a 53,77 g kg⁻¹ (aos 360 e 720 dias, respectivamente) nas folhas, valores acima do teor indicado por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), como adequados para o desenvolvimento do mamoeiro. Aos 720 dias ocorreu maior acúmulo de K⁺ nas folhas com o aumento das doses de KCl aplicadas ao solo. Pelos resultados, percebe-se que o potássio é um dos elementos mais requeridos pelo mamoeiro, sendo exigido de forma contínua e crescente durante todo o ciclo da cultura.

O tempo de amadurecimento dos frutos, massa da polpa, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e a concentração do N, do P e do K⁺ foram influenciados significativamente ao nível de 1% pelo teste F, pelas doses de KCl aplicadas via fertirrigação; por outro lado, a firmeza e o pH dos frutos não foram influenciados. O efeito das doses de K⁺ sobre a massa da casca dos frutos foi significativo ao nível de 5% pelo teste F (Tabela 6).

De acordo com a análise de regressão apresentada na Figura 4a, o aumento das doses de KCl aplicadas via fertirrigação no solo, reduz em 7 dias o período para o amadurecimento do mamão. De forma que o maior tempo de amadurecimento dos frutos (18,66 dias) foi observado na menor dose aplicada (60 g de KCl planta m⁻²), e o

menor tempo (11,66 dias) foi encontrado com maior dose aplicada KCl (240 g planta m⁻²). O K⁺ desempenha papel fundamental no aumento da concentração de sólidos solúveis e carboidratos nos frutos (ARAÚJO *et al.*, 2005). Por outro lado, o aumento da concentração dos sólidos solúveis ocorre juntamente com a maioria das mudanças bioquímicas, quantitativas nos mamões, ocorrendo após a colheita o drástico aumento em seus conteúdos de açúcares que favorecem o seu amadurecimento (SANTANA; MATSUURA; CARDOSO, 2004). Esses resultados são confirmados por Azzolini, Jacomino e Bron (2004) e Wall (2006), que observaram que; quanto mais maduro o fruto, maior vai ser o °Brix apresentado.

A massa da casca e da polpa dos frutos em função do aumento das doses de KCl ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, com R² de 0,98 e 0,92, respectivamente, (Figura 4b). O maior desenvolvimento da massa da casca e da polpa dos frutos foi obtido com a dose de KCl 180 g planta m⁻² e a partir daí houve a redução dessas variáveis. Esse resultado indica que o K⁺ não é o único nutriente responsável pelo aumento da massa dos frutos, pois a concentração do K⁺ nos frutos também foi reduzida com aumento das doses de KCl aplicadas no solo. A concentração do K⁺ nos frutos se ajustou ao modelo polinomial quadrático, com R² de 0,99 (Figura 4i), demonstrando que o potássio absorvido pelo mamoeiro não se concentra nos frutos, visto que com os resultados da análise foliar observa-se que: com o aumento da aplicação das doses de KCl, ocorre um aumento crescente na acumulação de K⁺ nos pecíolos e nas folhas do mamoeiro (Figura 1c).

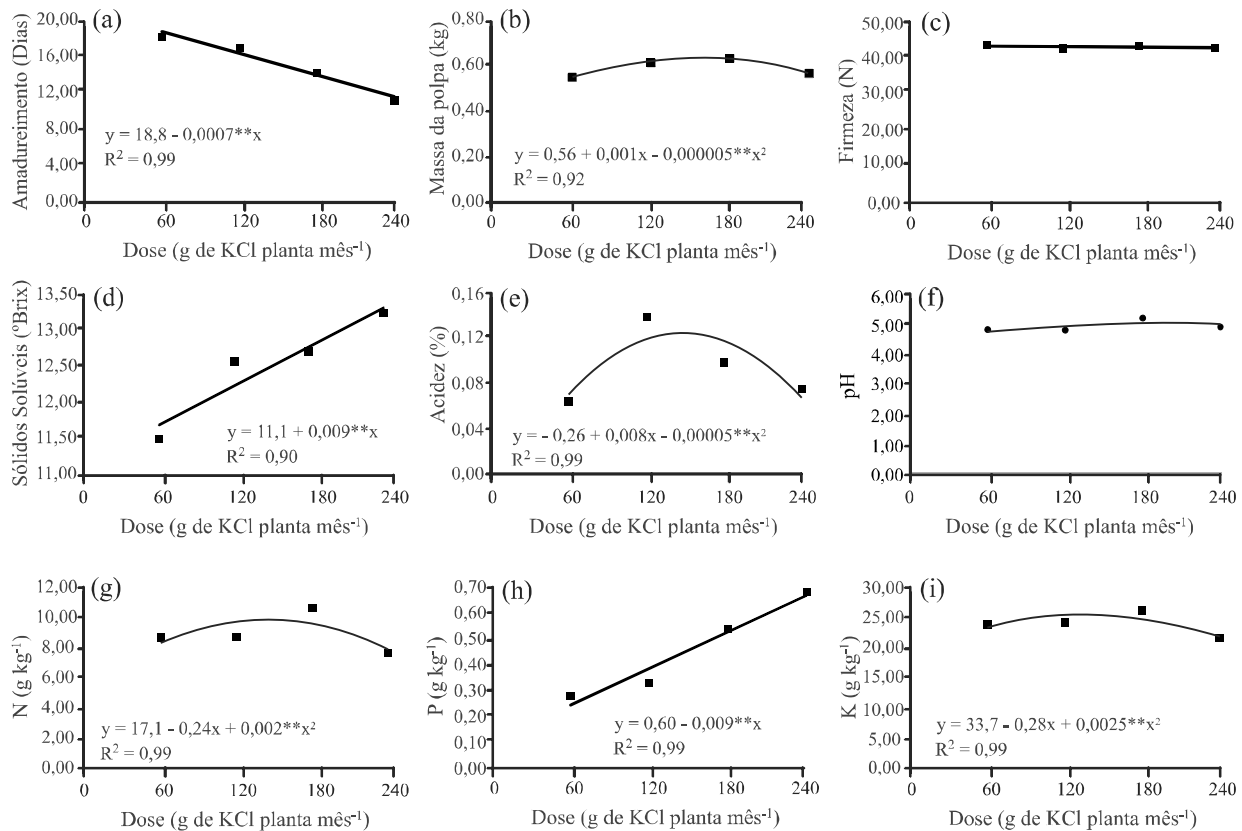
A firmeza dos frutos variou de 44,98 a 45,82 N, não apresentando diferença significativa com a aplicação do potássio (Figura 4c). A perda de firmeza dos frutos é devido à degradação da parede celular, a qual é constituída por celulose, hemicelulose, pectinas, proteínas estruturais e lignina (TREVISAN *et al.*, 2013). Nesse sentido, Marinho *et al.* (2008), observaram que as doses de K⁺ não

Tabela 6 - Resumo da análise para o tempo de amadurecimento (TA), massa da casca, massa da polpa, firmeza, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável, pH e a concentração do nitrogênio (N), do fósforo (P) e do potássio (K) na polpa dos frutos do mamoeiro em função das doses de KCl aplicadas via fertirrigação no Neossolos Quartzarênicos

FV	GL	Quadrados médios									
		TA	MA	MP	F	SST	ATT	pH	N	P	K
Tratamentos	3	29,5**	0,004*	0,002**	0,71 ^{ns}	1,64**	0,003**	0,18 ^{ns}	4,58**	0,10**	11,3**
Blocos	4	0,46 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	12,6 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	1,40 ^{ns}
Resíduo	12	0,43	0,001	0,0002	31,5	0,07	0,0003	0,04	0,10	0,0004	1,09
CV (%)		14,34	16,96	11,97	12,45	12,25	19,45	13,99	13,5	14,29	14,31

FV = fator de variação, GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação ** = significativo ao nível de 1% do teste F e ns = Não significativo

Figura 4 - Tempo de amadurecimento dos frutos (a), massa da casca (b), massa da polpa (b), firmeza (c), sólidos solúveis totais (d), acidez total titulável (e), pH (f) e a concentração do nitrogênio (g), do fósforo (h) e do potássio (i) na polpa dos frutos do mamoeiro em função das doses de KCl aplicadas via fertirrigação no Neossolos Quartzarênicos



influenciaram na firmeza do fruto em um experimento, avaliando doses de K e lâminas de irrigação no cultivo do mamão cultivar “Golden”. A firmeza média (45,43 N) determinada nos frutos analisados no experimento, superou o valor obtido por Fioravanzo *et al.* (1996); o qual indica uma firmeza média de 28,12 N para a cultivar formosa. A diferença na firmeza nos frutos pode estar relacionada com as condições edafoclimáticas, tratos culturais, época de plantio ou de colheita e com o diferente material genético utilizado (variedades) (DURIGAN, 2013).

Os sólidos solúveis totais dos frutos do mamoeiro aumentaram com o incremento das doses de KCl, aplicadas via fertirrigação, se adequando ao modelo linear crescente, com R^2 de 0,90 (Figura 4d). O maior valor do °Brix (13,56) foi obtido com a dose 240 g de KCl planta mês⁻¹, e o valor médio 12,32 °Brix encontrado no experimento foi acima do valor mínimo (11,5 °Brix), para os frutos atingirem qualidade para exportação (SOUZA *et al.*, 2009). Esse comportamento pode ser relacionado ao fato do K⁺ desempenhar papel fundamental na síntese de carboidratos e açúcares,

favorecendo desta forma, o aumento da concentração de sólidos solúveis na polpa dos frutos (ARAÚJO *et al.*, 2005; SOARES *et al.*, 2005).

A acidez total titulável teve seus valores reduzidos com a aplicação das doses de KCl superiores a 120 g planta mês⁻¹, ajustando-se ao modelo quadrático, com R^2 de 0,99. (Figura 4e). Esse comportamento é explicado pela redução do período de maturação dos frutos, favorecida pelo aumento das doses de KCl, de maneira que com o aumento do amadurecimento dos frutos, ocorre o decréscimo da concentração dos ácidos orgânicos na polpa, reduzindo a acidez dos frutos e atribuindo um sabor mais adocicado a polpa (SANTANA; MATSUURA; CARDOSO, 2004).

O pH da polpa dos frutos não ajustou-se ao modelo polinomial, com o incremento das doses de K⁺ aplicadas no solo. O aumento do teor de K⁺ nos frutos favoreceu a variação de 4,9 a 5,4 no pH, obtendo o maior valor (5,4), quando aplicado a dose 180 g de KCl planta mês⁻¹ e; com aumento das doses, observou

a redução do pH da polpa dos frutos (Figura 4f). Os resultados do pH podem ser explicados pela variação da acidez total titulável na polpa dos frutos. O pH tem um comportamento inverso ao da acidez nos frutos, por outro lado, os ácidos orgânicos da polpa do mamão são considerados fracos, explicando a não ocorrência de diferenças significativas nas medidas do pH dos frutos (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Os resultados do nitrogênio dos frutos em relação as doses de KCl aplicadas ao solo ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, R^2 0,99, apresentando o maior teor de N ($10,69 \text{ g kg}^{-1}$) quando aplicado a dose de $180 \text{ g de KCl planta m}^{-2}$ (Figura 4g). A partir desta dose, foi observada uma redução de 27% no teor do nitrogênio na polpa dos frutos. A redução no N não pode ser relacionada ao aumento da concentração do K^+ nos frutos, pois ocorreu a mesma redução do teor de N no pecíolo e nas folhas do mamoeiro. A redução do teor de N no fruto pode ter influenciado na redução da massa da casca e da polpa dos frutos, pois Queiroga *et al.* (2007), avaliando a influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão, observaram que existe um incremento linear na espessura de mesocarpo do melão com o aumento da dose de N.

Para o teor de fósforo nos frutos, o modelo que melhor se ajustou foi o linear crescente, com R^2 de 0,99 (Figura 4h). O fósforo nos frutos variou de $0,30$ a $0,68 \text{ g kg}^{-1}$. O teor máximo de P ($0,68 \text{ g kg}^{-1}$), foi obtido com a dose $240 \text{ g de KCl planta m}^{-2}$. Segunda a tabela nutricional do mamão, o teor médio $0,46 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo observado nos frutos está acima dos valores encontrados por outros autores.

CONCLUSÕES

O aumento das doses de K no solo, mantendo os demais nutrientes constantes, aplicados via fertirrigação em Neossolo Quartzarênico, permite concluir:

1. As doses influenciaram na fertilidade do solo, aumentando os teores de N, P, K^+ , matéria orgânica e percolou as bases do solo;
2. As doses aplicadas, maximizam o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro;
3. A Absorção de N, P e K^+ no mamoeiro, é superior no seu pico de produção e o P foi o nutriente que mais acumulou no fruto;
4. A qualidade dos frutos foi influenciada pelas doses de K^+ , e a dose $180 \text{ g de KCl planta m}^{-2}$ favorece a produção de frutos de melhor qualidade para consumo de mesa e processamento da polpa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. F. de. *et al.* Influencia da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. 'Golden'. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 577- 581, 2006.
- ARAÚJO, R. da C. *et al.* Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 128-131, 2005.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2004.
- BATISTA, E. de A. **Fontes de cálcio e magnésio e movimento de cátions em colunas de solo**. 2010. 68 f. (Dissertação de Mestrado) - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- DURIGAN, J. F. Pós colheita de frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. i, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2011. 230 p.
- Fioravanço, J. C. *et al.* Qualidade do mamão 'Solo' comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 27, n. 1/2, p. 67-71, 1996.
- FREIRE, J. de L. *et al.* Deposição e composição química de serrapilheira em um bosque de sabiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1650-1658, 2010.
- GOMES FILHO, A. *et al.* Mancha fisiológica e produtividade do mamão Tainung 01: efeito da lâmina de irrigação e cobertura do solo. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 4, p. 1161-1167, 2008.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARINHO, C. S. *et al.* Análise química do pecíolo e limbo foliar como indicadora do estado nutricional dos mamoeiros solo e formosa. **Scientia Agrícola Journal**, v. 59, n. 2, p. 373-381, 2002.
- MARINHO, A. B. *et al.* Produtividade e Qualidade de Frutos de Mamão cultivar 'Golden' sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio no Norte de Espírito Santo. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2008.
- MATOS, A. T. de; GARIGLIO, H. A. de A.; LO MONACO, P. A. V. Deslocamento miscível de cátions provenientes da vinhaça em colunas de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 7, p. 743-749, 2013.
- NEVES, L. S.; ERNANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de

- doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 25-32, 2009.
- OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 160-163, 2004.
- PEIXOTO, J. F. S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Alterações de atributos químicos do solo pela fertirrigação com nitrogênio e potássio. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 27, n. 2, p. 69-76, 2006.
- QUEIROGA, R. C. F.; *et al.* Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 550-556, 2007.
- 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.
- SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 657-959, 2010.
- SHIMAZAKI, K. I. *et al.* Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, p. 219-247, 2007.
- SOARES, A. G. *et al.* Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comosus* L.) by preharvest soil application of potassium. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 201-207, 2005.
- SOUZA, M. S. *et al.* Resposta da aplicação do 1-MCP em frutos de mamoeiro 'Golden' em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 693-700, 2009.
- TREVISAN, M. J. *et al.* Aplicação de 1-metilciclopropeno associado ao etileno para minimizar seus efeitos na inibição do amadurecimento do mamão 'golden'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 384-390, 2013.
- VIANA, T. V. A. *et al.* Diferentes doses de potássio, na forma de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 34-38, 2008.
- WAKEEL, A. Potassium-sodium interactions in soil and plant under saline-sodic conditions. **Journal of Plant Nutrition Soil Science**, v. 176, n. 3, p. 344-354, 2013.
- WALL, M. M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 5, p. 434-445, 2006.