



Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela gravioleira

Roberto S. F. de H. Filho¹, Valdemício F. de Sousa², Benito M. de Azevedo³,
Rosa M. C. M. de Alcantara², Valdenir Q. Ribeiro² & Waleska M. Eloi⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dosagens de N e K₂O via água de irrigação na absorção de macronutrientes pela cultura da gravioleira. O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, situado no município de Teresina, PI (05° 05' S, 42° 48' W e 74,4 m de altitude). O delineamento experimental utilizado foi por blocos casualizados, com onze tratamentos e quatro repetições, com parcela útil composta de quatro plantas. Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco dosagens de N (20, 120, 200, 280 e 380 kg ha⁻¹ ano⁻¹) combinadas com cinco dosagens de K₂O (30, 180, 300, 420 e 570 kg ha⁻¹ ano⁻¹) de acordo com o modelo da matriz experimental Plan Plueba III, além de um tratamento com dosagem zero de ambos os nutrientes. Em nenhum dos tratamentos foi encontrado deficiência de N, K, Mg, S e P nas folhas da gravioleira. As dosagens de N, bem como as suas interações com as dosagens de K₂O, não proporcionaram efeito significativo sobre os teores dos macronutrientes nas folhas da gravioleira. As dosagens de K₂O influenciaram os teores dos macronutrientes Ca, K e Mg nas folhas da gravioleira.

Palavras-chave: *Annona muricata*, adubação, Plan Plueba III

Effects of fertirrigation of N and K₂O on absorption of macronutrients by soursop crop

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of doses of N and K₂O through irrigation water on the absorption of macronutrients by soursop cultivation. The study was conducted at the experimental field of Embrapa – North, in Teresina, in the State of Piauí, Brazil (5° 05' S, 42° and 48' W). The experimental design was completely randomized blocks with eleven treatments and four repetitions. The treatments consisted in the application of five doses of N (20, 120, 200, 280 and 380 kg ha⁻¹ year⁻¹) combined with five doses of K₂O (30, 180, 300, 420 and 570 kg ha⁻¹ year⁻¹) in agreement with the model of experimental matrix Plan Plueba III, besides a treatment with dose zero of both nutrients. No deficiency of N, K, Mg, S, and P in the soursop leaves was found in any treatment. The doses of N did not provide significant effect on contents of macronutrients in the soursop leaves, as well as the interaction among the doses of this element and the doses of K₂O. The doses of K₂O influenced the content of macronutrients Ca, K and Mg in the soursop leaves.

Key words: *Annona muricata*, soursop fertilization, Plan Plueba III

¹ Estagiário da Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias 5650, Bairro Buenos Aires, CP 01, CEP 64006-220, Teresina, PI. Fone: (86) 225-1141. E-mail: robertosilvio2002@yahoo.com.br

² Embrapa Meio-Norte. E-mail: vfsousa@cpamn.embrapa.br, rmota@cpamn.embrapa.br e valdenir@cpamn.embrapa.br

³ UFC, Campus do Pici -Bloco 804 Pici, CEP 60455-600, Fortaleza, CE. Fone: (85) 288-9754. E-mail: benito@ufc.br

⁴ CENTEC. Rua Amália Xavier, SN, Juazeiro do Norte, CEP: 63040-000 Fone: (85) 3223-3714 E-mail: waleskaeloi@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A fruticultura irrigada ocupa posição de destaque na agricultura nordestina. As condições edafoclimáticas da região, associadas a tecnologias adequadas, propiciam boa produtividade e frutos com excelente qualidade, atendendo às exigências dos mercados interno e externo.

A irrigação, técnica que permite o suprimento de água para as culturas nas estações em que o regime pluviométrico não atende às suas exigências, é um suporte que fornece, quando manejado adequadamente, garantia de boa produtividade. Os modernos sistemas de irrigação possuem equipamentos passíveis de serem utilizados para a aplicação de fertilizantes, constituindo a fertirrigação, outra tecnologia que vem incrementar a produtividade e a melhoria na qualidade dos frutos, pois contribui para o fornecimento de nutrientes no momento adequado e na quantidade desejada, junto ao sistema radicular da planta.

Com o auxílio dessas tecnologias, o cultivo da gravioleira (*Annona muricata* L.) surge como atividade promissora. Dotada de sabor e aroma agradáveis, é consumida ao natural, na forma de sucos, polpas, doces e sorvetes, além do chá das suas folhas ser medicinal, sendo consumido, por doentes cancerígenos (Calzavara & Müller, 1987).

A gravioleira, originária das terras baixas da América Tropical e dos vales peruanos (Purseglove, 1968), é conhecida, na família Anonácea, como a mais tropical das espécies, encontrada desde o sul do México até o Brasil (Calzavara & Muller, 1987) e ainda na Flórida (Barbosa et al., 1981). É uma fruteira pouco cultivada na região Meio-Norte do Brasil quando comparada com outras mais difundidas, como o caju, a manga, a banana e o melão, entre outras, o que se deve, em parte, à ausência de um pacote tecnológico bem definido para a gravioleira na região, como já existe para as outras culturas. Um dos pontos deste pacote ao que se deve dar prioridade, diz respeito à nutrição da cultura, levando-se em consideração as características edafoclimáticas da região.

Um pacote nutricional adequado para a gravioleira requer atenção especial em relação ao nitrogênio e ao potássio, visto tratar-se de nutrientes de grande mobilidade no solo, sobretudo em solos arenosos e que, se não forem manejados corretamente, podem ser facilmente lixiviados para as camadas mais profundas, não sendo aproveitado pelas raízes, causando prejuízos ao produtor e, no caso de atingirem o lençol freático, contaminação dos mananciais. Outro quesito a ser observado é a influência do N e K₂O sobre a absorção dos outros macronutrientes, verificando-se a ocorrência de antagonismo e sinergismo entre eles.

Os fertilizantes nitrogenados e potássicos não apresentam problemas para a prática da fertirrigação; já os fosfatados são mais problemáticos por serem, em sua maioria, pouco solúveis em água (Santos & Pinto, 2001).

Pinto & Silva (1994) citam os fertilizantes nitrogenados como os mais adequados para aplicação via água de irrigação, sendo a uréia a fonte de nitrogênio mais apropriada para essa finalidade. Para Sousa (2000) os efeitos benéficos da aplicação do nitrogênio via água de irrigação são evidenciados com maior frequência da irrigação devido à sua facilidade

de perda no solo, principalmente naqueles de textura arenosa.

A análise foliar é uma importante ferramenta para o bom desenvolvimento de um pacote nutricional; através dela, pode-se saber se determinado nutriente está sendo absorvido na quantidade necessária ou se está havendo deficiência dele em situações não diagnosticadas visualmente. Circunstâncias de antagonismo e sinergismo entre nutrientes são também detectadas.

Silva & Silva (1986) defendem que uma das prioridades de pesquisa sobre nutrição de anonas é a diagnose foliar, em especial quanto à época de amostragem; assim, é possível ter uma exploração racional e econômica de frutas como a graviola, ata e cherimólia.

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das culturas, em que se analisam determinadas folhas em períodos definidos da vida da planta. As folhas são os órgãos que melhor refletem o estado nutricional das plantas, isto é, respondem mais às variações no suprimento dos elementos, seja pelos já existentes no solo ou pela adição de adubo (Malavolta et al., 1989).

Para Borges & Oliveira (2000), a análise foliar consiste na utilização da planta como solução extratora dos elementos disponíveis no solo. Como as folhas são os órgãos da planta em que ocorre maior atividade química, é através delas que a análise foliar é utilizada para determinar deficiências e/ou toxidez de nutrientes, sobretudo quando sintomas visuais semelhantes podem confundir o diagnóstico ou quando várias deficiências se manifestam simultaneamente.

Um resultado de análise foliar só será válido se houver um padrão para que o mesmo seja comparado. Existem variações entre espécies e dentro das espécies, o que dificulta a generalização dos padrões existentes. Para a maioria das variedades cultivadas no Brasil, ainda não foram definidos esses padrões (Boaretto & Rosolem, 1989). Malavolta et al. (1989) descrevem padrão como sendo uma planta ou conjunto de plantas “normais” do ponto de vista da sua nutrição, que apresenta, nos seus tecidos, todos os elementos em quantidades e proporções adequadas, sendo capaz de oferecer altas produções, tendo aspecto visual parecido com o encontrado em lavouras muito produtivas.

Avilan (1975) destaca como normais os seguintes teores de macronutrientes: em % de matéria seca a 70 °C, para folhas de gravioleiras cultivadas em solução nutritiva: 1,76 de N, 0,29 de P, 2,6 de K, 1,76 de Ca e 0,2 de Mg. Silva et al. (1986) descrevem faixas para os níveis adequados de macronutrientes nas folhas da gravioleira. Essas faixas, são: 2,49 a 2,84% de N, 0,14 a 0,15% de P, 2,61 a 2,64% de K, 0,82 a 1,68% de Ca, 0,36 a 0,38% de Mg e 0,15 a 0,17% de S. Para níveis considerados deficientes, os autores descrevem as seguintes faixas: 1,26 a 1,64% de N, 0,06 a 0,07% de P, 0,61 a 0,7% de K, 0,45 a 0,81% de Ca, 0,07 a 0,08% de Mg e 0,11 a 0,13% de S. Para Frazão et al. (2002), os teores considerados adequados e deficientes para os macronutrientes nas folhas de gravioleira são, respectivamente: 1,47 e 0,882% de N, 0,092 e 0,047% de P, 1,235 e 0,262% de K, 1,411 e 0,344% de Ca, 0,359 e 0,109% de Mg e 0,532 e 0,23% de S.

Entre os macronutrientes a ausência do Ca ocasionou a maior redução no desenvolvimento da gravioleira seguido, em ordem decrescente, pelo N, Mg, S, P e K (Silva et al., 1986). De acordo com Batista et al. (2002), a omissão de N causou a menor produção de matéria seca sendo seguida, em ordem crescente de produção de matéria seca, pelas omissões de Ca, P, Mg, K e S.

Gazel Filho et al. (1997) observaram, em folhas de gravioleira com um ano de idade, em ordem decrescente de teores, os seguintes macronutrientes: N, K, Ca, Mg e P; já Silva (1998) encontrou nas folhas, antes da fase de frutificação, os seguintes teores de macronutrientes: Ca (4,78%), K (2,22%), N (1,72%) e P (0,39%).

Nos frutos, a ordem de exportação decrescente dos macronutrientes encontrada por Lima et al. (1998) em gravioleiras cultivadas no litoral paraibano, foi: K, N, Ca, Mg, enquanto Avilan et al. (1981) obtiveram a seguinte ordem K > N > P > Ca > Mg. Esses autores destacam que para cada 1000 g de N extraídos por uma colheita, são extraídos 1020 g de K₂O e 410 g de P₂O₅. A ordem de exportação de nutrientes obtida por Silva et al. (1984) foi a mesma apresentada por Avilan et al. (1981).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dosagens de N e K₂O, via água de irrigação na absorção de macronutrientes pela cultura da gravioleira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Meio-Norte, localizada no município de Teresina, Piauí, na latitude de 05° 05' S, longitude de 42° 48' W e altitude de 74,4 m.

O clima caracteriza-se por apresentar temperatura média de 27,9 °C, umidade relativa do ar média de 69,2%, evapotranspiração de referência média de 4,6 mm e precipitação média anual de 1300 mm, com praticamente 80% das chuvas se concentrando no período de janeiro a abril (Bastos & Andrade Júnior, 2000).

O solo é classificado como um latossolo vermelho ama-

relo e, para sua caracterização química procedeu-se, por ocasião do preparo da área, à coleta de solo nas camadas de 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m e posterior análise (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com onze tratamentos (Tabela 2) e quatro repetições, cuja parcela útil se compõe de quatro plantas. Os tratamentos consistiram de cinco dosagens de N (20, 120, 200, 280 e 380 kg ha⁻¹ ano⁻¹) combinadas com cinco dosagens de K (30, 180, 300, 420 e 570 kg ha⁻¹ ano⁻¹), de acordo com o modelo da matriz experimental Plan Plueba III com 2^k + 2k + 2 tratamentos, sendo k o número de fatores em estudo, além de um tratamento com dosagem zero de ambos os nutrientes.

A análise de variância foi realizada para todos os teores de macronutrientes fornecidos pela análise foliar, em função das dosagens dos nutrientes em estudo. Ajustaram-se funções de resposta do tipo $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3K + b_4K^2 + b_5NK$, em que Y é a variável dependente, b os coeficientes da regressão e N e K as dosagens utilizadas dos nutrientes. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SAS (1990).

O preparo do solo constituiu de uma aração profunda e duas gradagens. Após a aração procedeu-se à calagem e à primeira gradagem. A segunda gradagem foi feita próxima ao transplantio das mudas e a calagem foi realizada 60 dias antes do transplantio das mudas, aplicando-se 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico.

As covas foram abertas em espaçamento triangular de 5 x 5 x 5 m e nas dimensões de 0,6 x 0,6 x 0,6 m. A adubação de fundação foi feita por cova misturando-se, com a terra da superfície, 10 L de esterco bovino, 450 g de superfosfato simples e 100 g de cloreto de potássio.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão com emissores autocompensantes cuja vazão média foi de 41 L h⁻¹ para uma faixa de pressão entre 150 e 350 kPa.

Como foram instalados onze tratamentos para o fornecimento das diferentes combinações de dosagens dos nutrientes em questão, o sistema foi dimensionado com onze linhas de derivação, de tal forma que não permitia a mistura das dosagens.

Tabela 1. Resultado da análise química de solo da área experimental: matéria orgânica (MO), pH, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), alumínio (Al), alumínio e hidrogênio (Al + H), soma de bases (S), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m)

Camada cm	MO g kg ⁻¹	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	cmol _c dm ⁻³					V %	m
							Na	Al	H+Al	S	CTC		
0-20	6,21	4,66	4,67	0,05	0,7	0,7	0,03	0,2	2,81	1,48	4,28	34,48	11,93
20-40	15,52	3,98	0,45	0,04	0,2	0,4	0,03	1,5	4,13	0,67	4,79	13,91	69,24

Tabela 2. Dosagens de N e K₂O distribuídas por tratamento instalado no campo

Nutriente	Tratamento										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	120	120	280	280	20	380	120	280	200	20	0
K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	180	420	180	420	180	420	30	570	300	30	0

Cada irrigação foi realizada com frequência de dois dias, mas observando sempre o potencial mátrico, medido diariamente, por tensiômetros instalados junto às plantas, nas profundidades de 0,20 e 0,60 m. Cada tratamento possuiu bateria de tensiômetros.

O tempo de irrigação foi calculado de acordo com a evaporação do tanque classe A, considerando-se ainda para o cálculo do tempo de irrigação, a eficiência de aplicação de água, a vazão média dos microaspersores, um fator de cobertura da planta, o espaçamento entre linhas de irrigação e o espaçamento entre os emissores, conforme Eq. 1.

$$T_i = \frac{ETc \times f \times E_1 \times E_2}{Q \times E_i} \quad (1)$$

em que:

- T_i – tempo de irrigação, min
- ETc – evapotranspiração da cultura, mm
- f – fator de cobertura da planta, adimensional
- E₁ – espaçamento entre linhas laterais, m
- E₂ – espaçamento entre emissores na mesma linha, m
- Q – vazão do emissor, L min⁻¹
- E_i – eficiência de irrigação, 0,9

A aplicação de nutrientes foi realizada simultaneamente com a prática de irrigação, com frequência quinzenal (Tabela 3). Como fonte de N foi utilizada a uréia, com 45% de N e, como fonte de K, o cloreto de potássio, com 60% de K₂O.

Os injetores de fertilizantes utilizados foram bombas TMB de acionamento hidráulico, com capacidade de injeção máxima de 60 L h⁻¹ e pressão de trabalho entre 140 e 700 kPa.

Para a análise foliar, coletaram-se quatro folhas por plan-

ta, nas quatro plantas úteis de cada parcela. As folhas escolhidas foram as situadas nas posições dos quatro pontos cardiais, na região mediana da copa da planta; em seguida, foram conduzidas até o laboratório de Relação Solo-Água-Planta da Embrapa Meio-Norte, onde foram lavadas com água destilada, postas para secar à sombra, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem peso constante; posteriormente, foram moídas e enviadas para o laboratório Unithal, em Campinas, SP, para a determinação dos teores de macronutrientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 apresenta os valores médios de teores de macronutrientes encontrados nas folhas das gravioleiras. Em oito dos onze tratamentos, o N foi o elemento mais absorvido pelas folhas seguido, em ordem decrescente, pelos K, Ca, Mg, S e P excetuando-se, dentre esses, o tratamento oito (280 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 570 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) em que o K foi menos absorvido que o Ca. Nos demais tratamentos o teor de potássio absorvido foi superior ao do N, seguido dos outros macronutrientes, também na referida ordem. Esta ordem diferiu da obtida por Silva (1998) que encontrou, em folhas de gravioleira, antes da frutificação, maior teor de Ca, seguido dos K, N, Mg e P, e da de Avilan (1975), em que o elemento de maior absorção pelas folhas foi o K, seguido pelo N, Ca, P e Mg. Os maiores teores de N e K nas folhas se devem às dosagens desses nutrientes, fornecidas nos tratamentos; já em relação à ordem encontrada por Gazel Filho et al. (1997), cujos teores obtidos para os macronutrientes

Tabela 3. Quantidade de fertilizantes aplicados quinzenalmente por tratamento

Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Uréia (g)	1649	1649	3848	3848	274	5223	1649	3848	2749	274	0
Cloreto de potássio (g)	1732	4040	1732	4040	1732	4040	288	5484	2886	288	0

Tabela 4. Valores médios dos teores de macronutrientes obtidos em folha de gravioleiras, sob diferentes dosagens de nitrogênio e potássio

Tratamentos	Doses		Macronutrientes					
	N	K ₂ O	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹		%					
10	20	30	1,90	0,16	1,49	1,11	0,32	0,18
5	20	180	1,62	0,15	1,62	0,93	0,27	0,18
7	120	30	1,49	0,15	1,26	1,06	0,31	0,19
1	120	180	1,58	0,13	1,55	0,98	0,24	0,18
2	120	420	1,68	0,17	1,77	0,79	0,22	0,20
9	200	300	1,99	0,16	1,83	1,16	0,25	0,23
3	280	180	1,71	0,14	1,72	1,03	0,22	0,16
4	280	420	1,67	0,13	1,82	0,98	0,21	0,16
8	280	570	2,01	0,16	1,74	1,89	0,26	0,25
6	380	420	2,13	0,14	1,95	0,88	0,18	0,16
11	0	0	1,78	0,15	1,67	1,08	0,25	0,19

foram: 2,01% de N, 1,56% de K, 1,31% de Ca, 0,21% de Mg e 0,13% de P, os resultados foram concordantes.

Em nenhum dos tratamentos ocorreu deficiência de N, K, Mg, S e P, conforme Silva et al. (1986), porém o teor de cálcio foi considerado deficiente, segundo os mesmos autores, em apenas um tratamento, sendo considerado adequado nos demais. De acordo com Batista et al. (2002), os teores dos macronutrientes em todos os tratamentos estão acima dos teores deficientes, exceto no caso do enxofre, que apresentou, em alguns tratamentos, teores inferiores.

Os teores de N, Mg e S são consoantes com os teores desses nutrientes encontrados por Nascimento et al. (2002), quando avaliaram o estado nutricional de dez pomares de pinheira, outra fruteira da família anonácea.

Um fato observado refere-se ao tratamento com maior teor de K, que apresentou o menor teor de Mg, conforme Silva et al. (1986), que também encontraram antagonismo entre tais elementos.

Em todos os tratamentos, as folhas da gravioleira apresentaram teores de Ca e Mg concordantes com os teores apresentados por van Raij (1991) para esses mesmos elementos, na maioria das culturas.

A análise de variância para os teores dos macronutrientes obtidos pela análise foliar não demonstrou efeito significativo das dosagens de N sobre esses teores, tanto isolado como interagindo com as dosagens de K₂O, conforme Tabela 5. Torquato et al. (2002) também verificaram que, através do nitrato de cálcio, a adubação nitrogenada não causou efeito significativo nos teores dos macronutrientes em folhas de melão.

Verifica-se, na Tabela 6, efeito quadrático das dosagens de K₂O sobre a absorção foliar dos macronutrientes Ca, K e Mg.

A Figura 1A expõe a relação entre os teores de cálcio nas folhas de gravioleira e as dosagens utilizadas de potássio, na fertirrigação. A equação obtida para caracterizar a relação, foi: $Ca = 7,24E^{-6}K^2 - 0,00346K + 1,2699$, donde Ca é o teor

Tabela 6. Coeficientes das equações das superfícies de respostas obtidas para os teores de Ca, K e Mg em folhas de gravioleira, em função das dosagens de K₂O

Variável	β_0	KL	KQ	Teste F ⁽¹⁾
Ca	1,2699	-3,46E ⁻³	7,24E ⁻⁶	KQ*
K	1,2833	2,65E ⁻³	-3,18E ⁻⁶	KL**, KQ**
Mg	3,3548E ⁻¹	-6,6421E ⁻⁴	8,9971E ⁻⁷	KL**, KQ**

¹ L e Q: Efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente; * e **: Significância a nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

de cálcio (%) e K as dosagens de potássio (kg ha⁻¹ ano⁻¹).

Foi notório o efeito depressivo no teor absorvido de cálcio pelas folhas, com a aplicação do potássio até a dosagem de 239 kg ha⁻¹ ano⁻¹. A partir daí, o teor de cálcio aumentou com o aumento das dosagens de potássio. Este fato é concordante, em parte, com Malavolta et al. (1989), que relatam efeito depressivo na absorção de cálcio no fornecimento de dosagens de potássio ao solo. Silva et al. (1986) verificaram alto teor de cálcio em folhas de gravioleira cultivadas em solução nutritiva, quando esta não apresentava potássio. O mesmo aconteceu com trabalho conduzido por Avilan (1975), que observou aumento no teor de cálcio pelas folhas, quando a solução nutritiva foi omissa em potássio. Frazão et al. (2002) também comprovaram tal fato. Considerando o teor de macronutrientes nas folhas de gravioleira em cinco meses do ano, Silva (1998) relata que o teor de cálcio nas folhas diminui com o aumento do teor de potássio.

Na Figura 1B apresenta-se a relação entre os teores absorvidos de K pelas folhas da gravioleira e as dosagens de K₂O aplicadas via fertirrigação. A equação obtida para caracterizar esta relação, foi a seguinte: $K_f = -3,18E^{-6}K_s^2 + 2,65E^{-3}K_s + 1,2833$, donde K_f é o teor de K encontrado nas folhas (%) e K_s as dosagens aplicadas de K₂O na fertirrigação (kg ha⁻¹ ano⁻¹). O coeficiente de determinação para a equação foi superior a 80%. Souza et al. (2002) obtiveram coeficiente de determinação com valor também superior a

Tabela 5. Coeficientes das equações das superfícies de respostas obtidas para os teores de macronutrientes nas folhas da gravioleira, em função das dosagens de N e K₂O, considerando-se com interação e sem interação de N x K

Variável	β_0	NL	NQ	KL	KQ	NK	Teste F ⁽¹⁾
Com interação N x K							
N	1,7951	-1,989E ⁻³	2,277E ⁻⁷	-9,9244E ⁻⁵	-1,125E ⁻⁶	6,12E ⁻⁶	n.s
P	1,5585E ⁻¹	-6,8529E ⁻⁵	4,37E ⁻⁷	-4,884E ⁻⁵	3,65E ⁻⁷	-6,29E ⁻⁷	KQ*
K	1,342	-1,098E ⁻³	3,368E ⁻⁶	2,527E ⁻³	-3,375E ⁻⁶	6,07E ⁻⁷	KL**
Ca	1,1841	2,32E ⁻³	-1,132E ⁻⁵	-3,575E ⁻³	4,713E ⁻⁶	7,716E ⁻⁶	n.s
Mg	3,3813E ⁻¹	-5,62E ⁻⁷	-1,044E ⁻⁶	-5,57E ⁻⁴	5,62E ⁻⁷	8,28E ⁻⁷	KL**
S	1,8121E ⁻¹	2,66E ⁻⁴	-1,352E ⁻⁶	-1,25E ⁻⁴	2,54E ⁻⁷	4,75E ⁻⁷	n.s
Sem a interação N x K							
N	1,7759	-2,11E ⁻³	7,11E ⁻⁶	-1,8201E ⁻⁴	1,02E ⁻⁶		n.s
P	1,5783E ⁻¹	-5,578E ⁻⁵	-5,926E ⁻⁸	-4,033E ⁻⁵	1,4460E ⁻⁷		n.s
K	1,3409	-1,11E ⁻³	3,85E ⁻⁶	2,52E ⁻³	-3,16E ⁻⁶		KL**, KQ**
Ca	1,1572	2,25E ⁻³	-5,55E ⁻⁶	-3,69E ⁻³	7,45E ⁻⁶		KQ*
Mg	3,3553E ⁻¹	-1,736E ⁻⁵	-3,9003E ⁻⁷	-5,6848E ⁻⁴	8,5229E ⁻⁷		KL**, KQ**
S	1,7972E ⁻¹	2,5598E ⁻⁴	-9,7625E ⁻⁷	-1,3164E ⁻⁴	4,2080E ⁻⁷		n.s

¹ L e Q: Efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente; n.s: Nenhum coeficiente foi significativo a nível de 5% de probabilidade; * e **: Significância a nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

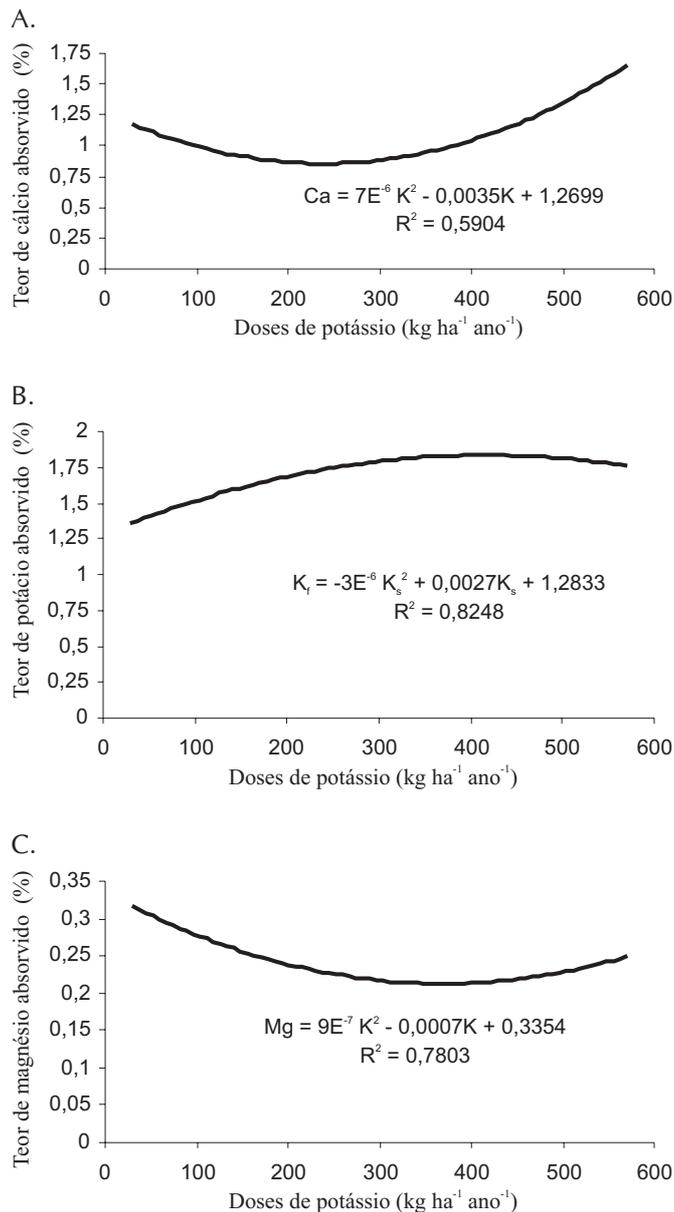


Figura 1. Teores de cálcio (A), potássio (B) e magnésio (C), nas folhas, em função das dosagens de potássio

80%, quando relacionaram uma equação polinomial e o teor de K encontrado em folhas de abacaxi, com as dosagens aplicadas deste nutriente no solo.

Até a dosagem de 417 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O aplicada via fertirrigação, ocorreu aumento no teor do mesmo elemento, nas folhas da gravioleira. Avilan (1975) encontrou menor teor de K nas folhas quando a solução nutritiva das plantas foi omissa neste nutriente, resultado concordante com o de Silva et al. (1986) e Frazão et al. (2002). Freitas et al. (2001), trabalhando com coqueiro anão em condições de fertirrigação, encontraram efeito linear das dosagens de potássio aplicadas no solo com o teor de K presente nas folhas da cultura. No maracujá amarelo, Borges et al. (1999) verificaram aumento no teor de K nas folhas dessa cultura quando aplicaram dosagens variando de 100 a 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O. Pesquisando a maçã, que é de clima temperado, Nachtigall

(1999) também constatou que o aumento nos níveis de K no solo proporcionou maior teor de K foliar.

A Figura 1C expressa a relação entre os teores de magnésio e as dosagens de potássio aplicadas via fertirrigação. A equação obtida para caracterizar esta relação foi a seguinte: $Mg = 8,9971E^{-7}K^2 - 6,6421E^{-4}K + 0,33548$, donde Mg é o teor de Mg absorvido pelas folhas (%) e K é a dosagem de potássio aplicada (kg ha⁻¹ ano⁻¹).

No caso do teor de Mg, o efeito é depressivo até a dosagem de 369 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio; acima desta dosagem, o teor do elemento nas folhas aumentou, comportamento este semelhante ao do Ca. Em parte, este resultado concorda com o de Avilan (1975), Silva et al. (1986) e Frazão et al. (2002) que, trabalhando com gravioleiras em solução nutritiva, constataram maior teor de Mg pelas folhas quando a solução foi omissa em potássio. van Raij (1987) relata que altos teores de potássio na solução do solo podem agravar deficiências de Mg.

CONCLUSÕES

1. Os macronutrientes mais absorvidos pelas folhas da gravioleira foram o N, K e o Ca.
2. Em nenhum tratamento foram encontrados teores de deficiência de N, K, Mg, S, e P nas folhas da gravioleira.
3. As dosagens de N e a interação N e K₂O não influenciaram os teores dos macronutrientes nas folhas da gravioleira.
4. As dosagens de K₂O influenciaram os teores dos macronutrientes Ca, K e Mg das folhas da gravioleira.

LITERATURA CITADA

- Avilan, L. R. Efecto de la omisión de los macronutrientes en el desarrollo y composición química de la guanábana (*Annona muricata* L.) cultivada en soluciones nutritivas, *Agronomía Tropical*, Maracay: v.25, n.1, p.73-79, 1975.
- Avilan, L. R.; Laboren, G. E.; Figueroa, M.; Rangel, L. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanabana (*Annona muricata* L.). *Agronomía Tropical*, Maracay: v.31, n.1-6, p.301-307, 1981.
- Barbosa, M. C.; Nazaré, R. F. R.; Hashimoto, K. Estudo bromatológico e tecnológico da graviola e do taperebá. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1981. 16p. Boletim de Pesquisa, 32
- Bastos, E. A.; Andrade Júnior, A. S. de. Dados agrometeorológicos para o município de Teresina, PI (1980-1999). Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000, 27p. Documentos, 46
- Batista, M. M. F.; Viégas, I. de J. M.; Frazão, D. A. C.; Thomaz, M. A. A.; Silva, R. de C. L. da. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de gravioleira. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém. Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD Rom.

- Boaretto, A. E.; Rosolem, C. A. Avaliação do estado nutricional das plantas cultivadas. In: Boaretto, A. E.; Rosolem, C. A. Adubação foliar. Campinas: Fundação Cargill, 1989, v.1, cap 4, p.117-144.
- Borges, A. L.; Lima, A. de A.; Almeida, I. E. de. Influência da adubação nos teores de nutrientes no solo e nas folhas e na produtividade e do maracujá amarelo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 17, 1999, Brasília. Anais... Brasília: SBSC, 1999. CD Rom
- Borges, A. L.; Oliveira, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: Cordeiro, Z. J. M. (Coord.). Banana, produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa para Transferência de Tecnologia, 2000. p.47-59. Frutas do Brasil, 1
- Calzavara, B. B. G.; Müller, C. H. Fruteira tropical: a gravioleira (*Annona muricata* L.). Belém: Embrapa – CPATU, 1987, 36p. Documentos, 47
- Frazão, D. A. C.; Viégas, I. de J. M.; Batista, M. M. F.; Cruz, E. de S.; Silva, J. F. da. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S, em gravioleiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de macronutrientes. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém. Anais... Belém: S.B.F, 2002. CD Rom
- Freitas, J. de A. D. de; Sobral, L. F.; Crisóstomo, L. A.; Lima, de R. N.; Santos, F. J. de S.; Magalhães, H. S. Doses de N e K para fertirrigação do coqueiro anão. In: Folegatti, M. V. Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças (artigos científicos), Guaíba: Agropecuária, 2001, p.211-220.
- Gazel Filho, A. B.; Menezes, A. J. E. A. de; Carvalho, A. C. A. de. Teores de macro e micronutrientes em folhas de gravioleira. In: São José, A. R.; Souza, I. V. B.; Morais, O. M.; Rebouças, T. N. H. (eds.). Anonáceas: produção e mercado (pinha, graviola, atémia e cherimólia). Vitória da Conquista: UESB, 1997. p.138-141.
- Lima, E. M. de; Silva, E. E. G. da; Cavalcante, L. F. Fenologia de frutificação e aspectos nutricionais da gravioleira (*Annona muricata* L.) no litoral paraibano. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 15, 1998, Poços de Caldas. Resumos... Poços de Caldas: S. B. F, 1998. p.405.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989, 201p.
- Nachtigall, G. R. Adubação potássica via solo em macieira. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 17, 1999, Brasília. Anais... Brasília, SBSC. 1999. CD Rom
- Nascimento, V. M. do; Oliveira, N. A. M. de; Pelisson, G. J.; Martins, D. C.; Nascimento, M. S, do. Avaliação do estado nutricional de 10 pomares de pinha na região de Jales, SP. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém. Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD Rom.
- Pinto, A. C. de Q.; Silva, E. M. Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária, EMBRAPA-SPI, 1994, 41p. Séries Publicações Técnicas FRUPEX, 7
- Purseglove, J. W. Other useful products: *Annonaceae*. In: Tropical crops, dicotyledons. London, Longman, 1968. p.625-626.
- Santos, C. R. dos; Pinto, J. M. Fertirrigação. ITEM, Brasília, n.51, p.39-41, 2001.
- SAS – Statistical Analysis System. Institute (Cary, NC). SAT/ETS user's guide, version 6. 4 ed. Cary: SAS, 1990. v.2, 560p.
- Silva, A. Q. da; Silva H.; Nóbrega, J. P.; Malavolta, E. Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversos frutos da região Nordeste. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 7, 1984, Florianópolis. Anais... Florianópolis: S.B.F/E.P.A.S.C, 1984. p.326-340.
- Silva, E. E. G. da. Fenologia de frutificação e aspectos nutricionais da gravioleira (*Annona muricata* L.) no litoral paraibano. Areia: UFPB, 1998. 50p. Dissertação Mestrado
- Silva, H.; Silva, A. Q. da. Nutrição mineral e adubação de anonas. In: HAGG, H. P. (ed.) Nutrição mineral e adubação de fruteiras tropicais. Campinas: Fundação Cargill, 1986, p.285-342.
- Silva, H.; Silva, A. Q. da; Cavalcante, F. B.; Malavolta, E. Nutrição mineral da graviola (*Annona muricata* L.). II. Teores de macronutrientes e de boro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 8, 1986, Brasília. Anais... Brasília: SBF, 1986, p.303-307.
- Sousa, V. F. de. Níveis de irrigação e doses de potássio aplicados via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa* Deg). Piracicaba: ESALQ/USP, 2000, 178p. Tese Doutorado
- Souza, L. F. da S.; Gonçalves, N. B.; Caldas, R. C.; Soares, A. G. S.; Medina, V. M. Influência da adubação potássica nos teores foliares de nutrientes do abacaxizeiro pérola. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém. Anais... Belém: SBF, 2002. CD Rom
- Torquato, E. M.; Fernandes, A. L.; Grassi Filho, H. Avaliação do estado nutricional e produção do meloeiro rendilhado (*Cucumis melo reticulatus* Naud) em função da adubação nitrogenada e potássica, aplicada via água de irrigação. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 27, 2002, Belém, DF. Anais... Belém: SBF, 2002. CD Rom
- van, Raij, B. Avaliação da fertilidade do solo. 3.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 142p.
- van, Raij, B. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: CERES/POTAFOS, 1991. 343p.