

Teores e extração de macronutrientes em abobrinha-de-moita em função de doses de potássio em cobertura

Humberto Sampaio Araújo¹, Antonio Ismael Inácio Cardoso²,
Manoel Xavier de Oliveira Júnior³, Felipe Oliveira Magro⁴

¹ Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional do Extremo Oeste, Estrada Vicinal Nemezião de Souza Pereira, km 06, Timboré - Vista Alegre, CEP 16900-001, Andradina-SP, Brasil. Caixa Postal 67. E-mail: humbertosaraujo@yahoo.com.br

² Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Departamento de Horticultura, Fazenda Lageado, Lageado, CEP 18603-970, Botucatu-SP, Brasil. Caixa Postal 237. E-mail: ismaeldh@fca.unesp.br

³ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, Campus Arinos, Rodovia MG 202, Km 407, Zona Rural, CEP 38680-000, Arinos-MG, Brasil. Caixa Postal 05. E-mail: manoelxjr@yahoo.com.br

⁴ Prefeitura do Município de Jundiá, Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Turismo, Av. da Liberdade, s/n, 5º andar, ala Norte, Vila Bandeirantes, CEP 13214-900, Jundiá-SP, Brasil. E-mail: felipe_magro@yahoo.com.br

RESUMO

Informações sobre o teor e a extração de nutrientes pelas plantas são de grande importância para o manejo correto da adubação e podem variar em função da espécie, adubação, época do ano, dentre outros fatores. Objetivou-se com este trabalho estudar a influência de doses de potássio em cobertura nos teores e na extração de macronutrientes em abobrinha-de-moita, em duas épocas de cultivo: outono (10/03 a 02/06/2010) e primavera (04/08 a 03/11/2010) em condições de campo, no município de São Manuel, SP. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco doses de potássio em cobertura (0, 50, 100, 200 e 400 kg K₂O ha⁻¹) e quatro repetições. Avaliaram-se os teores de macronutrientes na fase de diagnose, os teores e extração dos macronutrientes no final do ciclo e os teores de macronutrientes nos frutos em cada semana de colheita ao longo do ciclo. Submeteram-se os dados à análise de variância e regressão. O teor de potássio na folha diagnose apresentou aumento linear no outono, enquanto o de cálcio reduziu na primavera. O teor de potássio na parte vegetativa (folhas + caule) da planta ao final do ciclo apresentou aumento linear e o de cálcio redução linear na primavera. O teor de potássio nos frutos apresentou aumento linear nas duas épocas. O teor de macronutrientes nos frutos variou ao longo do ciclo, com tendência de redução nos teores (com exceção ao magnésio) com o avanço das colheitas. A ordem de extração de macronutrientes acumulados na planta no outono foi K > N > Ca > Mg > P > S e na primavera foi K > Ca > N > Mg > P > S.

Palavras-chave: adubação, *Cucurbita pepo*, extração de nutrientes

Macronutrients content and extraction in zucchini plants in function of potassium top dressing levels

ABSTRACT

Information about content and extraction of nutrients by plants are very important for an adequate fertilization management and they can vary in function of species, fertilization, time of the year, besides other factors. The objective of this research was to study the influence of potassium top dressing levels on macronutrients contents and extraction in shoot and fruits of zucchini, in two cultivation dates: fall (10/03 to 02/06/2010) and spring (04/08 to 03/11/2010) in field conditions, in municipality of São Manuel, SP. The experimental design was randomized blocks, with five treatments (potassium in top dressing levels: 0, 50, 100, 200 and 400 kg of K₂O ha⁻¹) and four replications. It was evaluated macronutrients content in the phase of leaf analysis, content and extraction of macronutrients in the end of cycle and macronutrients content in fruits in each weekly harvesting during all cycle. The data were submitted to the variance and to regression analysis. Potassium content in the phase of leaf analysis increased linearly in fall, and calcium decreased in spring in function of potassium levels. Potassium content in shoot at the end of cycle increased and calcium decreased in spring. Potassium content in fruits increased in both dates. Macronutrients (except magnesium) contents in fruits varied, with tendency of decreasing during the cycle. The descending order of the nutrients extracted in plants in fall was K > N > Ca > Mg > P > S and in spring was K > Ca > N > Mg > P > S.

Key words: fertilization, *Cucurbita pepo*, nutrients extraction

Introdução

A abobrinha-de-moita (*Cucurbita pepo* L) é uma hortaliça pertencente à família das cucurbitáceas e situa-se entre as dez hortaliças de maior consumo no Brasil. As hortaliças são exigentes em potássio, sendo este o macronutriente mais extraído pela maioria delas (Filgueira, 2008). Vidigal et al. (2007) e Araújo et al. (2012) observaram que o potássio foi o nutriente absorvido em maior quantidade pela abóbora de rama, seguido do nitrogênio e cálcio. Este comportamento tem sido verificado para outras cucurbitáceas como melão (Silva et al., 2006) e melancia (Grangeiro & Cecilio Filho, 2004; 2005).

Para o correto manejo da adubação potássica em relação a doses, modos, épocas e fontes a serem utilizadas, deve-se considerar aspectos como a demanda da cultura, o preço do fertilizante, o efeito salino sobre as plantas na instalação das lavouras e o potencial de perdas (principalmente por lixiviação) que os solos tropicais apresentam (Yamada & Roberts, 2005). Para se estabelecer as demandas específicas de cada espécie, estudos relacionados a doses de fertilizantes são necessários.

A disponibilidade do potássio no solo ocupa uma posição intermediária entre o nitrogênio e o fósforo, isto é, não sofre lixiviação tão intensa quanto o primeiro e nem é fixado tão fortemente quanto o segundo. O risco de lixiviação do potássio é maior nos solos arenosos, influenciando seus teores críticos no solo e na planta (Fernandes, 2006).

Embora o potássio seja um importante nutriente para as hortaliças, as informações relacionadas à dose e à época adequada de aplicação são bastante controversas. No estado de São Paulo, para o cultivo de abobrinha-de-moita, a recomendação da adubação de plantio é de 200, 150, 100 kg de K_2O ha^{-1} quando o teor de K^+ no solo for de 0 a 1,5, 1,6 a 3,0 e maior que 3,0 $mmol_c dm^{-3}$, respectivamente, e mais adubação em cobertura com 60 a 120 kg de K_2O ha^{-1} , parcelada em três vezes (Trani & Raij, 1997).

Apesar de existirem recomendações de adubação em cobertura com potássio para o cultivo comercial de hortaliças, são escassos os trabalhos de pesquisa que relacionam o efeito da adubação em cobertura sobre as hortaliças. Enquanto Luz et al. (2009) e Zanfirov et al. (2012) relataram aumento de produção em cenoura, e Araújo et al. (2012) em abóbora de rama, Salata et al. (2011), Godoy et al. (2012), Magro (2012) e Corrêa et al. (2013) não obtiveram efeito em ervilha, couve-flor, beterraba e repolho, respectivamente.

Estudos voltados à validação de recomendações de adubação são de fundamental importância a fim de garantir aplicações de doses e épocas adequadas, evitando excesso ou escassez de disponibilidade de nutrientes para a planta e contribuindo para uma prática agrícola sustentável. O conhecimento sobre o conteúdo de nutrientes nas plantas é importante para avaliar a capacidade de remoção de nutrientes de cada cultura. Esta informação pode ser utilizada na definição das recomendações econômicas de adubação (Kano et al., 2010).

Assim objetivou-se com este trabalho estudar a influência de doses de potássio em cobertura no teor e na extração de macronutrientes pelos frutos e parte vegetativa das plantas de abobrinha-de-moita, em duas épocas de cultivo.

Material e Métodos

Conduziram-se dois experimentos na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel-SP, pertencente à FCA/UNESP, em duas épocas: no outono (10/03 a 02/06/2010) e na primavera (04/08 a 03/11/2010). As coordenadas geográficas da área são 22°46'00" de latitude Sul e 48°34'00" de longitude Oeste, com altitude média de 740 m. O clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é tipo Cfa, temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C, com precipitação média anual de 1377 mm (Cunha & Martins, 2009).

Classificou-se o solo das áreas experimentais como Latossolo Vermelho Distrófico Típico. Os resultados das análises químicas do solo, na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação dos experimentos foram: $pH_{(CaCl_2)} = 6,3$ e $6,2$; $P_{resina} = 22$ e $15 mg dm^{-3}$; matéria orgânica = 10 e $10 g dm^{-3}$; $V\% = 80$ e 77 ; $H+Al = 13$ e $11 mmol_c dm^{-3}$; $Ca = 36$ e $25 mmol_c dm^{-3}$; $Mg = 15$ e $10 mmol_c dm^{-3}$; $SB = 52$ e $37 mmol_c dm^{-3}$; $CTC = 65$ e $48 mmol_c dm^{-3}$, nos experimentos de outono e primavera, respectivamente. Os valores obtidos para o potássio nas duas épocas ($1,4$ e $1,5 mmol_c dm^{-3}$, no outono e primavera, respectivamente) são considerados baixos, segundo os critérios de Trani & Raij (1997). Com base na análise química do solo, realizaram-se as correções e as adubações de plantio, segundo a recomendação de Trani & Raij (1997). Para cada experimento, utilizou-se $40 kg ha^{-1}$ de nitrogênio (N), $400 kg ha^{-1}$ de fósforo (P_2O_5), $200 kg ha^{-1}$ de potássio (K_2O) e $10 t ha^{-1}$ de composto orgânico da marca comercial Provaso® antes do plantio.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco tratamentos (0; 50; 100; 200 e 400 kg de K_2O ha^{-1} em cobertura), com oito plantas por parcela, sendo utilizadas as duas plantas centrais da parcela para a realização das avaliações. As doses de K_2O corresponderam a 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; e 4,0 vezes a dose média ($100 kg ha^{-1}$) recomendada em cobertura para a cultura por Trani & Raij (1997) para o Estado de São Paulo. Utilizou-se o cloreto de potássio (58 % K_2O) como fonte de potássio. Parcelou-se as doses em três aplicações, sendo a primeira feita aos quinze dias após o plantio das mudas e as demais espaçadas em quinze dias uma da outra. Em ambos os experimentos também se aplicou $150 kg de N ha^{-1}$ em cobertura na forma de uréia (44% N). O parcelamento e datas das aplicações foram iguais aos utilizados para o potássio.

Utilizou-se o híbrido Aline, da Sakata Seed Sudamerica, e as sementeiras foram realizadas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo fibra de coco. Transplantaram-se as mudas em canteiros no espaçamento de $1,2 x 0,5 m$ em 26/03 e 25/08/2010, no outono e primavera, respectivamente. O controle fitossanitário e a irrigação por aspersão foram feitos sempre que necessários.

Avaliaram-se as seguintes características químicas dos frutos e da parte vegetativa (folhas + caule) das plantas:

a) Teores de macronutrientes na folha diagnose: coletou-se a 9° folha a partir do meristema apical no início da frutificação, aos 25 dias após o transplante, para a avaliação do estado

nutricional, de acordo com as recomendações de diagnose foliar propostas por Trani & Raij (1997).

b) Teores e extração de macronutrientes na parte vegetativa no final do ciclo: após a última colheita (02/06 e 03/11/2010, no outono e primavera, respectivamente) coletaram-se duas plantas por parcela. Utilizaram-se as folhas e o caule para estas determinações.

c) Teores e extração de macronutrientes nos frutos no final do ciclo: na última colheita coletaram-se dois frutos com cerca de 20 cm e sem quaisquer defeitos aparentes por parcela. Estimou-se a extração total pelos frutos multiplicando-se a extração de um fruto pelo número total de frutos colhidos ao longo de todo o período de colheitas.

d) Variação semanal dos teores de macronutrientes nos frutos: apenas no experimento de primavera, semanalmente colheram-se dois frutos por parcela e, após a determinação da massa seca, as amostras foram encaminhadas para a determinação do teor dos macronutrientes.

Para a determinação dos teores de macronutrientes, levaram-se as amostras coletadas ao laboratório de análise química de plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da UNESP/Botucatu, sendo lavadas em água corrente e deionizada e após a remoção do excesso de umidade, acondicionadas em saco de papel devidamente identificado e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante. No caso dos frutos, estes foram cortados em rodela com aproximadamente 0,5 cm de espessura para facilitar a secagem homogênea da amostra.

Moeram-se as amostras secas em moinho tipo Wiley. Posteriormente fez-se a digestão sulfúrica por via seca para a obtenção do extrato visando à determinação do nitrogênio. Utilizou-se a digestão nítrico-perclórica para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais macronutrientes (fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre), conforme metodologias apresentadas por Malavolta et al. (1997).

Submeteram-se os resultados à análise de variância e de regressão. Também realizou-se a análise conjunta dos dados, comparando-se as duas épocas dos experimentos segundo normas estabelecidas por Banzatto & Kronka (2006) que recomendam a realização de análises de grupos de experimentos quando os ensaios de diferentes épocas apresentem variâncias residuais uniformes, ou seja, cujas relações dos quadrados médios residuais das análises de variância individuais de cada época não ultrapassem a relação 7:1. Os dados foram analisados no programa Sisvar 5.3 (Ferreira, 2010).

Resultados e Discussão

Teores de macronutrientes na folha diagnose

No outono não se observaram diferenças estatísticas para os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas diagnose em função das doses de potássio em cobertura, com médias de 48; 6,6; 6,2; 3,8 e 1,6 g kg⁻¹ de matéria seca (MS), respectivamente. O teor de potássio apresentou aumento linear em função da adubação potássica em cobertura (Figura 1A). Também Clough & Locascio (1992) obtiveram incremento no teor de potássio das folhas de abobrinha com o aumento da dose de potássio de 202 para 404 kg ha⁻¹ de K₂O.

Na primavera não se observaram diferenças estatísticas para os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre nas folhas diagnose em função das doses de potássio em cobertura, com médias de 37; 4,5; 46; 16,4 e 3,0 g kg⁻¹ de MS, respectivamente. Já o teor de cálcio apresentou redução linear em função do aumento da adubação potássica em cobertura (Figura 1B). A aplicação de um nutriente pode beneficiar ou prejudicar o teor e a ação do outro, assim o aumento do teor de potássio no solo pode resultar na redução da absorção de cálcio pelas plantas (Malavolta, 2006). Em abóbora de rama, Araújo et al. (2012) também observaram redução no teor de cálcio quanto maior a dose de potássio. Os teores de macronutrientes em folhas diagnose de abobrinha considerados adequados por Trani & Raij (1997) são: nitrogênio de 30 a 40 g kg⁻¹ de MS, fósforo de 4 a 6 g kg⁻¹ de MS, potássio de 25 a 45 g kg⁻¹ de MS, cálcio de 25 a 45 g kg⁻¹ de MS, magnésio de 5 a 10 g kg⁻¹ de MS e enxofre de 2 a 3 g kg⁻¹ de MS. Assim, nota-se, para o experimento de outono, que apenas o nitrogênio (48 g kg⁻¹ de MS) está com teor médio nas folhas superior ao recomendado, enquanto que o cálcio (6,2 g kg⁻¹ de MS) e o magnésio (3,8 g kg⁻¹ de MS) apresentaram médias consideravelmente inferiores ao recomendado. Já na primavera, verificou-se que, com exceção ao cálcio (50 a 60 g kg⁻¹ de MS) e ao magnésio (16,4 g kg⁻¹ de MS), que apresentaram teores superiores aos recomendados, os demais macronutrientes encontram-se em faixas adequadas.

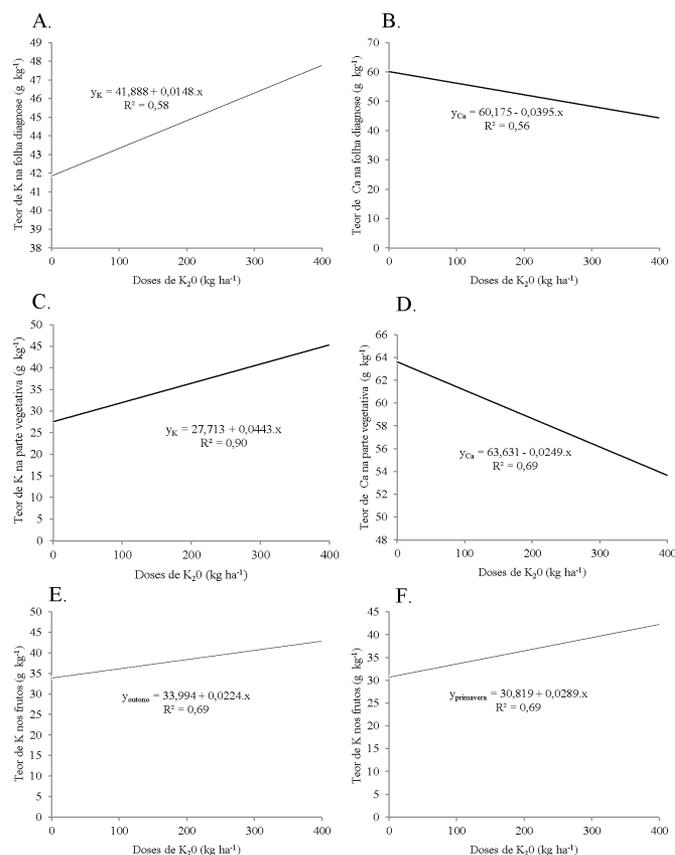


Figura 1. Teores de potássio no experimento de outono (A) e de cálcio no de primavera (B) na folha diagnose, de potássio (C) e de cálcio (D) na parte vegetativa ao final do ciclo no experimento de primavera e de potássio nos frutos no de outono (E) e no de primavera (F) em função das doses de potássio (K₂O) aplicado em cobertura em plantas de abobrinha-de-moita

A análise conjunta mostrou que, com exceção do teor de potássio, cálcio e magnésio nas folhas diagnose, que não atenderam as condições para realização deste tipo de análise (a relação entre os quadrados médios do resíduo foram superiores a 7:1), os teores dos macronutrientes foram influenciados pela época de plantio. A concentração de nitrogênio e fósforo nas folhas foi maior no outono (48,00 e 6,62 g kg⁻¹, para o N e o P, respectivamente) do que na primavera (37,05 e 4,48 g kg⁻¹, para o N e o P, respectivamente). Já o enxofre foi o contrário, menor teor no outono (1,62 g kg⁻¹) que na primavera (2,95 g kg⁻¹).

Nas duas épocas de experimentação (outono e primavera) as condições de realização dos ensaios (material genético, localização, padrão inicial do solo, adubações) foram similares, mesmo assim foram obtidos valores diferentes de teores de macronutrientes nas duas épocas.

Os resultados mostram que pode haver grande variação no teor dos macronutrientes nas folhas, dependendo da época em que se instala o experimento, sendo necessária a realização de novas pesquisas para se estabelecer faixas adequadas no teor destes, principalmente com os novos híbridos que podem ter necessidades nutricionais diferentes das antigas cultivares de polinização aberta utilizadas na época da elaboração das tabelas.

A ordem decrescente dos teores de macronutrientes na folha diagnose no outono foi N > K > P > Ca > Mg > S. Na primavera esta ordem decrescente apresentou a seguinte sequência: Ca > K > N > Mg > P > S.

Teores de macronutrientes na parte vegetativa (folhas + caule) ao final do ciclo

No cultivo de outono não se observaram diferenças estatísticas para os teores de todos os macronutrientes na parte vegetativa em função das doses de potássio aplicadas: nitrogênio (média 29 g kg⁻¹), fósforo (4,9 g kg⁻¹), potássio (34 g kg⁻¹), cálcio (44 g kg⁻¹), magnésio (10,4 g kg⁻¹) e enxofre (1,8 g kg⁻¹). Portanto, mesmo nas maiores doses, não houve acúmulo em excesso de potássio na parte vegetativa nesta época, diferindo do observado na folha diagnose, talvez por já ter ocorrido translocação do excesso de K, nas maiores doses, para os frutos.

No cultivo de primavera não se observaram diferenças estatísticas para os teores de nitrogênio (média 25 g kg⁻¹), fósforo (3,5 g kg⁻¹), magnésio (15,8 g kg⁻¹) e enxofre (2,6 g kg⁻¹) na parte vegetativa ao final do cultivo em função das doses de potássio aplicadas. Observou-se aumento linear do teor de potássio (Figura 1C) e redução, também linear, no teor de cálcio (Figura 1D) na parte vegetativa da planta conforme o aumento da adubação potássica em cobertura.

Provavelmente o aumento do teor de potássio no solo favoreceu a maior absorção deste elemento pela planta e a competição pelo sítio de absorção catiônica resultou na redução dos teores de cálcio. Esta mesma tendência foi observada por Büll et al. (1998) em alho e por Araújo et al. (2012) em abóbora de rama.

A ordem decrescente do teor de macronutrientes na parte vegetativa da planta ao final do ciclo nos experimentos de outono e de primavera foi a mesma: Ca > K > N > Mg > P > S, muito semelhante ao relatado por Araújo et al. (2012), com abóbora 'Miriam' (*C. moschata*) apenas com a inversão na ordem do Ca e K.

Além do K e N, que geralmente são os nutrientes mais extraídos pela maioria das hortaliças (Figueira, 2008), destacam-se os valores do Ca muito elevados, sendo o maior valor na presente pesquisa. As plantas foram coletadas no final do ciclo, resultando um teor elevado de Ca por ser este um elemento pouco móvel na planta (Malavolta, 2006). Segundo Grangeiro & Cecílio Filho (2004), isto deve-se ao fato de que o transporte deste nutriente ocorre de forma preferencial no xilema, com pouca translocação deste nutriente para o desenvolvimento de frutos, facilitando o aporte de cálcio na parte vegetativa em detrimento às áreas de frutificação da planta.

Na comparação dos valores ao final do ciclo com os da folha diagnose, percebe-se que os valores para o nitrogênio e o potássio foram superiores na folha diagnose, provavelmente pela grande mobilidade dos mesmos na planta (Malavolta, 2006), sendo que ao final do ciclo já deve ter ocorrido grande translocação da parte vegetativa para os frutos.

A distribuição dos macronutrientes entre parte vegetativa e reprodutiva tem relação direta com a mobilidade destes na planta e com a necessidade dos nutrientes em cada parte da planta. Já o cálcio e o magnésio observou-se o contrário, ou seja, maiores valores ao final do ciclo. Deve-se ressaltar que na diagnose amostram-se folhas em pleno "vigor" vegetativo, que quase não devem ter translocado os nutrientes acumulados.

A análise conjunta mostrou que, com exceção do teor de potássio, os teores dos outros macronutrientes na parte vegetativa ao final do cultivo foram influenciados pela época de plantio, conforme pode-se observar na Tabela 1.

Os teores de nitrogênio e do fósforo na parte vegetativa foram maiores no outono do que na primavera, enquanto os de cálcio, magnésio e enxofre foram superiores na primavera (Tabela 1). Novamente percebe-se que a época de cultivo pode afetar os resultados de teores de macronutrientes, apesar das condições de realização dos ensaios (material genético, localização, padrão inicial do solo, adubações) terem sido similares.

Tabela 1. Comparação do teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (g kg⁻¹ de matéria seca) obtido na parte vegetativa (folhas + caule) de plantas de abobrinha-de-moita ao final do cultivo nos experimentos de outono e primavera

| Época | Nitrogênio | Fósforo | Potássio | Cálcio | Magnésio | Enxofre |
|-----------------|-----------------------|---------|--------------------|---------|----------|---------|
| | (g kg ⁻¹) | | | | | |
| Outono | 28,50 a | 4,95 a | 34,85 a | 43,85 b | 10,37 b | 1,84 b |
| Primavera | 25,20 b | 3,53 b | 34,35 a | 59,90 a | 15,76 a | 2,55 a |
| F Conjunta | 44,75** | 124,4** | 0,27 ^{ns} | 59,23** | 127,2** | 104,5** |
| CV Conjunta (%) | 11,12 | 10,36 | 16,04 | 10,41 | 13,06 | 6,17 |

CV = coeficiente de variação; ns = não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade; ** significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade

Teores de macronutrientes nos frutos ao final do ciclo

Nas duas épocas de cultivo (outono e primavera) não se observaram diferenças estatísticas entre os teores de nitrogênio (média 33 e 30 g kg⁻¹ de MS, no outono e primavera, respectivamente), fósforo (5,9 e 5,4 g kg⁻¹), cálcio (3,3 e 4,3 g kg⁻¹), magnésio (3,9 e 4,0 g kg⁻¹) e enxofre (2,3 e 2,3 g kg⁻¹) nos frutos ao final do ciclo em função das doses de potássio aplicadas.

Observou-se aumento linear do teor de potássio nos frutos quanto maior a dose deste nutriente aplicada em cobertura nas duas épocas. Os teores variaram de 30,80 a 41,30 g kg⁻¹ no outono (Figuras 1E) e de 32,25 a 42,75 g kg⁻¹ na primavera (Figura 1F). Estes resultados comprovam a ocorrência do consumo de luxo nos frutos, ocasionado por extrações desnecessárias de potássio pelas plantas, conforme descreveu Brady (1989). Na parte vegetativa só ocorreu aumento no teor de K na primavera (Figura 1C), enquanto que no outono as doses não afetaram o teor deste nutriente provavelmente por ser este um elemento facilmente translocável na planta, acumulando-se preferencialmente nos frutos, onde se observou este consumo de luxo.

No outono a ordem decrescente do teor de macronutrientes nos frutos foi K > N > P > Mg > Ca > S, enquanto que na primavera a ordem foi K > N > P > Ca > Mg > S, diferindo apenas pela inversão na ordem do Ca e Mg.

O K foi o nutriente com maior teor nos frutos, concordando com o observado por Vidigal et al. (2007) com abóbora 'Tetsukabuto' e por Araújo et al. (2012) com abóbora 'Miriam'. Comparando com outras cucurbitáceas, percebe-se que o K é o nutriente com maior teor nos frutos também em melancia (Grangeiro & Cecílio Filho, 2004) e em melão (Silva et al., 2006).

Na comparação das épocas, observou-se que o teor de nitrogênio nos frutos no final do cultivo foi maior no outono (32,6 g kg⁻¹) do que na primavera (29,6 g kg⁻¹), enquanto o teor de cálcio foi maior na primavera (4,25 g kg⁻¹) do que no outono (3,30 g kg⁻¹).

Os demais teores de macronutrientes não foram influenciados pela época de plantio, com médias de 5,62; 36,3; 3,94 e 2,32 g kg⁻¹ de MS para o P, K, Mg e S, respectivamente.

Varição semanal dos teores de macronutrientes nos frutos na primavera

Apenas o teor de Mg (média de 4,06 g kg⁻¹) não foi influenciado pelas épocas de colheita dos frutos. Os teores de N (Figura 2A), P (Figura 2B), K (Figura 2C), Ca (Figura 2D) e S (Figura 2F) apresentaram tendência linear decrescente em função do avanço das semanas de colheita, com variação de 38,85 a 29,55 g kg⁻¹, de 8,32 a 5,36 g kg⁻¹, de 58,05 a 35,15 g kg⁻¹, de 7,85 a 4,25 g kg⁻¹ e de 2,99 a 2,33 g kg⁻¹, para o N, P, K, Ca e S, respectivamente. Portanto, os frutos das primeiras colheitas apresentam maior teor de nutrientes que os de colheitas subsequentes.

Talvez como a quantidade de frutos novos (drenos) foi aumentando conforme o avanço das semanas de colheita, isso pode ter implicado em uma maior concorrência por fotoassimilados e nutrientes, resultando em uma redução no teor dos macronutrientes nos frutos com o passar das semanas

de colheita, pela competição entre eles, além da possível redução da disponibilidade dos nutrientes no solo pela constante absorção pelas plantas, cultivadas e espontâneas, e lixiviação ou fixação.

Não foram encontrados trabalhos de pesquisa em espécies com colheitas múltiplas em que se relacione o teor de nutrientes ao longo das semanas de colheita. Nestas espécies, às vezes faz-se a amostragem de frutos de uma colheita e a extrapolação destes resultados para todos os frutos durante o ciclo de cultivo. Porém, conforme observou-se nesta pesquisa, o teor de nutrientes pode variar com as semanas de colheita. Assim, nestes casos, o cálculo da extração de nutrientes nos frutos deve considerar coletas de diferentes estágios de colheitas.

Portanto, se forem utilizados apenas os valores finais, as extrações totais nos frutos, ou exportação total, seriam subestimadas. Recomenda-se que em pesquisas com espécies com colheitas múltiplas de frutos sejam coletadas amostras de todas as colheitas e, após serem lavadas, secas e moídas, sejam misturadas proporcionalmente à produção em cada colheita, ou seja, nas colheitas com maior massa seca de frutos, sejam utilizadas amostras proporcionais a esta maior produção.

Extração de macronutrientes na parte vegetativa (folhas + caule), nos frutos e total da planta ao final do ciclo

Tanto no cultivo de outono como no de primavera não se observaram diferenças para a extração na parte vegetativa, nos frutos e total para todos os macronutrientes em função das doses de potássio aplicadas. Portanto, mesmo nas maiores

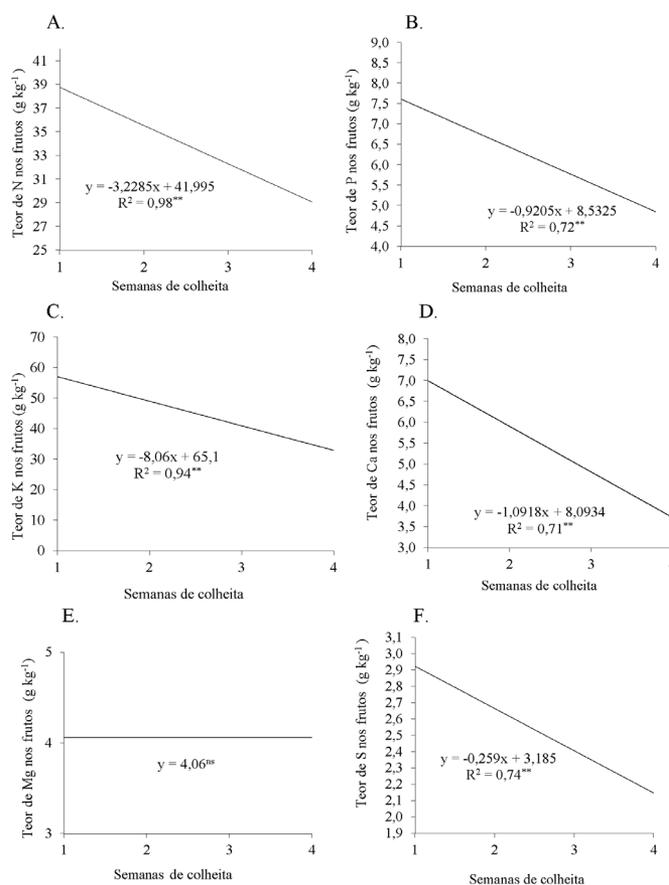


Figura 2. Variação do teor de macronutrientes nos frutos durante as semanas de colheita, no experimento de primavera

doses, não houve acúmulo em excesso de potássio na parte vegetativa nestas épocas.

Na Tabela 2 tem-se a extração de cada macronutriente na parte vegetativa, nos frutos e total da planta ao final do ciclo. No outono, a ordem decrescente da extração de macronutrientes na parte vegetativa da planta foi: $Ca > K > N > Mg > P > S$; nos frutos foi: $K > N > P > Mg > Ca > S$; e no total da planta foi: $K > N > Ca > Mg > P > S$ (Tabela 2). Já na primavera a ordem decrescente da extração de macronutrientes na parte vegetativa da planta foi a mesma do outono: $Ca > K > N > Mg > P > S$. Nos frutos houve apenas a inversão do Ca e Mg: $K > N > P > Ca > Mg > S$ e no total da planta teve a inversão do Ca e N: $K > Ca > N > Mg > P > S$ (Tabela 2).

Também com abobrinha da espécie *C. pepo*, Gaitán et al. (2012) obtiveram a seguinte ordem de extração total pela planta: $Ca > N > Mg > K > P$, com valores de 6750, 670, 1370, 7470 e 2070 mg planta⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. A ordem foi diferente da obtida na presente pesquisa, destacando-se a grande diferença na extração de K. Estes autores obtiveram apenas 1370 mg planta⁻¹ de K, enquanto na presente pesquisa foram 7117 e 11620 mg planta⁻¹ de K no outono e na primavera, respectivamente (Tabela 2). Claro que as condições são muito diferentes (solo, clima, adubação, etc). No entanto, há praticamente consenso na literatura da grande extração de K pelas plantas de cucurbitáceas (Grangeiro & Cecilio Filho, 2004, 2005; Silva et al., 2006; Vidigal et al., 2007; Filgueira, 2008; Araújo et al., 2012).

O K é um dos três macronutrientes mais importantes, tanto que os adubos formulados geralmente são a base destes (N-P-K). Segundo Vanousová (1968), a deficiência de K desde a fase de plântula com uma semana já é suficiente para afetar o desenvolvimento e produção da planta de abobrinha (*C. pepo*).

Em termos de acúmulo proporcional (Tabela 2), destaca-se o Mg (76%) e, principalmente, o Ca (média de 93%) com maior acúmulo na parte vegetativa em ambas as épocas em relação aos frutos.

Percebe-se que o Ca concentra-se muito menos nos frutos que nas folhas, por ser praticamente imóvel na planta, acumula-se nas folhas, que apresentam grande superfície para transpirar e recebe este nutriente ao longo do ciclo, sem translocar para os órgãos reprodutivos.

Principalmente no cultivo de primavera houve predomínio de N, P e K nos frutos em relação à parte vegetativa (Tabela 2). Na planta o nitrogênio e o potássio são altamente móveis. A redistribuição destes nutrientes nas plantas é feita das áreas de síntese (folhas) para as áreas de armazenamento e

Tabela 2. Médias das extrações de macronutrientes na parte vegetativa (folhas + caule) (P.V.), nos frutos e total da planta e porcentagem (%) do total na parte vegetativa (folhas + caule) e nos frutos nos experimentos de outono e primavera

| | Outono | | | Primavera | | |
|----|---------------------|------------|-------|------------|------------|-------|
| | P. V. | Frutos | Total | P. V. | Frutos | Total |
| | mg pl ⁻¹ | | | | | |
| N | 3046 (51%) | 2986 (49%) | 6033 | 3767 (41%) | 5501 (59%) | 9268 |
| P | 531 (50%) | 541 (50%) | 1072 | 528 (35%) | 998 (65%) | 1526 |
| K | 3529 (51%) | 3387 (49%) | 7117 | 5144 (44%) | 6477 (56%) | 11620 |
| Ca | 4719 (94%) | 311 (6%) | 5029 | 9066 (92%) | 769 (8%) | 9834 |
| Mg | 1122 (76%) | 353 (24%) | 1475 | 2372 (76%) | 738 (24%) | 3111 |
| S | 196 (48%) | 213 (52%) | 409 | 385 (47%) | 432 (53%) | 817 |

crescimento (frutos) (Malavolta, 2006). Na planta, o fósforo também apresenta uma grande mobilidade, concentrando-se principalmente nas flores e frutos.

Portanto, comprova-se que o acúmulo dos nutrientes altamente móveis acontece de forma preferencial nos frutos, principal dreno das plantas. Vidigal et al. (2007), avaliando o crescimento e acúmulo de nutrientes em abóbora híbrida Tetsukabuto, também concluíram que os frutos demonstraram ser o principal dreno na partição de fotoassimilados.

Conclusões

O teor de potássio na folha diagnose da abobrinha de moita aumenta linearmente em função da adubação potássica em cobertura no outono, e o de cálcio reduz na primavera.

O teor de potássio na parte vegetativa da planta ao final do ciclo aumenta e o de cálcio reduz linearmente em função da adubação potássica em cobertura na primavera.

O teor de potássio nos frutos aumenta linearmente em função da adubação potássica em cobertura nas duas épocas.

A concentração de macronutrientes nos frutos varia ao longo do ciclo, com tendência de redução nos teores (com exceção ao magnésio), com o avanço das colheitas.

O acúmulo de magnésio e, principalmente, de cálcio é muito maior na parte vegetativa que nos frutos.

Literatura Citada

- Araújo, H. S.; Quadros, B. R.; Cardoso, A. I. I.; Corrêa, C. V. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.42, n.4, p.469-475, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000400004>>.
- Banzatto, D. A.; Kronka, S. N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.
- Brady, N. C. Natureza e propriedades do solo. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.
- Büll, L. T.; Villas Bôas, R. L.; Nakagawa, J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. Scientia Agricola, v.55, n.157, p.163-166, 1998. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000300014>>.
- Clough, G. H.; Locascio, S. J. Mineral concentration of yellow squash responds to irrigation method and fertilization management. Journal of the American Society for Horticultural Science, v.117, n.5, p.725-729, 1992. <<http://journal.ashspublications.org/content/117/5/725.full.pdf+html>>. 12 Jun. 2014.
- Corrêa, C. V.; Cardoso, A. I. I.; Cláudio, M. T. R. Produção de repolho em função de doses e fontes de potássio em cobertura. Semina: Ciências Agrárias, v.34, n.5, p.2129-2138, 2013. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2129>>.
- Cunha, A. R.; Martins, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. Irriga, v.14, n.1, p.1-11, 2009. <<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2009v14n1p01>>.
- Fernandes, M. S. Nutrição mineral das plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

- Ferreira, D. F. Sisvar - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.
- Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV. 2008. 421p.
- Gaitán, H. A. R.; Fuentes, H. R.; Zacarias, C. O.; Contreras, J. A. V.; Maldonado, A. I. L. Curvas de absorción de macronutrientes en calabacita italiana (*Cucurbita pepo* L.). Revista Fitotecnia Mexicana, v.35, n.5, p.57-60, 2012. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802012000500012&script=sci_arttext>. 22 Jun. 2014.
- Godoy, A. R.; Salata, A. C.; Kano, C.; Higuti, A. R. O.; Cardoso, A. I. I.; Evangelista, R. M. Produção e qualidade de couve-flor com diferentes doses de potássio em cobertura. Scientia Agrária Paranaensis, v.11, n.2, p.33-42, 2012. <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/4906/5361>>. 12 Jun. 2014.
- Grangeiro, L. C.; Cecílio Filho, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. Horticultura Brasileira, v.23, n.3, p.763-767, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000300015>>.
- Grangeiro, L. C.; Cecílio Filho, A. B. Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. Ciência e Agrotecnologia, v.28, n.3, p.570-576, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000300012>>.
- Kano, C.; Cardoso, A. I. I.; Villas Bôas, R. L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. Horticultura Brasileira, v.28, n.3, p.287-291, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000300008>>.
- Luz, J. M. Q.; Rodrigues, W. L.; Rodrigues, C. R.; Queiroz, A. A. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. Horticultura Brasileira, v.27, n.4, p.543-548, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000400023>>.
- Magro, F. O. Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2012. 109p. Tese Doutorado.
- Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006, 638p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, A. S. Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.
- Salata, A. C.; Kano, C.; Godoy, A. R.; Evangelista, R. M.; Cardoso, A. I. I. Produção e qualidade de frutos de ervilha torta submetidas a diferentes níveis de adubação potássica. Nucleus, v.8, n.2, p.127-134, 2011. <<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.590>>.
- Silva, M. J.; Medeiros, J. F.; Oliveira, F. H. T.; Dutra, I. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes de meloeiro “pele de sapo”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.2, p.364-368, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000200017>>.
- Trani, P. E.; van Raij, B. Hortaliças. In: van Raij, B.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (Org.) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1997. 285p.
- Vanousová, O. Effect of nutrition on the distribution of potassium and phosphorus in *Cucurbita pepo* L. Biologia Plantarum, v.10, n.3, p.157-165, 1968. <<http://dx.doi.org/10.1007/BF02921033>>.
- Vidigal, S. M.; Pacheco, D. D.; Facion, C. E. Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo tetsukabuto. Horticultura Brasileira, v.25, n.3, p.375-380, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000300011>>.
- Yamada, T.; Roberts, T. L. O potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. 841p.
- Zanfirou, C. A.; Corrêa, C. V.; Carpanetti, M. G.; Correa, F. F.; Cardoso, A. I. I. Produção de cenoura em função das doses de potássio em cobertura. Horticultura Brasileira, v.30, n.4, p.747-750, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000400030>>.