

## TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE MANJERICÃO SOB DOSES DE POTÁSSIO EM COLHEITAS SUCESSIVAS

Patrícia Angélica Alves Marques<sup>1</sup>, Jefferson Vieira Jose<sup>1</sup>, Daniel Alves Soares<sup>2</sup>, Hermes Soares da Rocha<sup>1</sup>, Sergio Nascimento Duarte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ-USP, E-mail: paamarques@usp.br, jfvieira@usp.br, hermessochoa@gmail.com, snduarte@usp.br

<sup>2</sup>Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, E-mail: danielsoares31@yahoo.com.br

### RESUMO

Devido à crescente demanda por consumo de plantas medicinais, práticas agronômicas relativas ao seu cultivo têm sido estudadas. Entretanto, pesquisas sobre aspectos agronômicos do manjericão no Brasil são muito escassas, em especial o estudo dos efeitos da exigência nutricional. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de potássio e três períodos de colheita nos teores de nutrientes foliares em manjericão, além de realizar o monitoramento da solução do solo cultivado. Não foram observados efeitos significativos para as doses de potássio nos teores de nutrientes. Os teores de nutrientes foliares variaram entre os períodos de colheita. Houve incremento da condutividade elétrica e da concentração de potássio na solução do solo com o aumento das doses de potássio aplicadas.

**Palavras-chave:** Fertilizantes, *Ocimum basilicum*, macronutrientes, erva aromática

## NUTRIENTS CONTENT IN LEAVES OF BASIL UNDER POTASSIUM DOSES AND SUCCESSIVE HARVESTINGS

### ABSTRACT

Due to the growing demand for consumption of medicinal plants, agronomic practices related to their cultivation have been studied. However, research on agronomic aspects of basil in Brazil are very scarce, especially the study of the effects of its nutritional requirement. The objective of this study was to evaluate the effect of potassium levels and three harvesting periods in basil leaf nutrient content, and perform the monitoring of the cultivated soil solution. No significant effects were observed on the potassium levels in nutrient contents. The leaf nutrient content varied between harvest periods. There was an increase of the electrical conductivity and the concentration of potassium in the soil solution with increasing applied potassium doses.

**Keywords:** Fertilizers, *Ocimum basilicum*, macronutrients, aromatic herb

## INTRODUÇÃO

O manjeriç o   um subarbusto nativo da Ásia tropical que foi introduzido no Brasil pela col nia italiana. Devido a sua adaptação, pode ser cultivado em quase todo território brasileiro, principalmente por pequenos produtores rurais, para a comercialização da planta como condimentar e medicinal. As folhas apresentam glândulas secretoras de óleo essencial cujo principal componente é o linalol, substância importante para a indústria de aromatização, alimentos e bebidas (BLANK et al., 2004; MAY et al., 2008); outra aplicabilidade é a utilização em processos industriais pela indústria de perfumes na fixação de fragrâncias (ERENO, 2006).

As pesquisas sobre aspectos agronômicos do manjeriço no Brasil são muito escassas, em especial o estudo da exigência nutricional e dos efeitos da adubação mineral e/ou orgânica no incremento de biomassa e na produção de óleo essencial (RAMOS et al., 2004).

O rendimento do óleo essencial e da biomassa do manjeriço depende de vários fatores, entre os quais se destaca o aspecto nutricional. Os nutrientes que afetam a quantidade e a qualidade do óleo essencial englobam micro e macronutrientes. Estudos com carbonato de cálcio em diferentes

concentrações (6 e 12 g dm<sup>-3</sup>) em plantas de manjeriço apresentaram valores significativamente mais elevados para o teor de óleo essencial, utilizando 12 g dm<sup>-3</sup> de carbonato de cálcio, bem como menores rendimentos de matéria verde (DZIDA, 2010). Segundo Minami et al. (2007), para o êxito no cultivo do manjeriço, as adubações fosfatadas e potássicas são as mais importantes.

O potássio (K)   o segundo dos macronutrientes, em teor, contido nas plantas, superado apenas pelo nitrogênio (N). Este nutriente está envolvido em vários sítios de reação bioquímica nas plantas tais como: o controle da turgescência dos tecidos, ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, abertura e o fechamento dos estômatos, transporte de carboidratos e processos que induzem maior tolerância   geada,   seca e salinidade (MALAVOLTA et al., 1989; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Segundo Wilkinson (1994), a variação dos níveis de potássio pode alterar todo metabolismo da planta, inclusive a produção de óleos essenciais. No cultivo de algumas plantas aromáticas, uma maior quantidade de potássio contribui para um aumento do teor de óleo essencial. Para o plantio do manjeriço, Prakasa Rao et al.

(2007) verificaram que doses superiores a 100 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente, proporcionam ascensão no rendimento de óleos essenciais.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito das doses de potássio no cultivo do manjeriço sobre concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas, em diferentes períodos de colheita da cultura, paralelamente ao monitoramento das concentrações de nitrato, de potássio e a condutividade elétrica da solução do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ-USP, situada no município de Piracicaba – SP, no período de abril de 2012 a outubro de 2013. O solo cultivado foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico (série “Luiz de Queiroz”), de textura franco-argilosa (EMBRAPA, 2006). A análise granulométrica mostrou os valores de 35,95 ± 0,74; 14,28±1,64 e 49,77±0,94; para porcentagens de areia, silte e argila, respectivamente. As características físico-hídricas nas camadas 0,0 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m foram respectivamente: capacidade de campo = 0,47 e 0,46 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>; ponto de

murcha permanente = 0,37 e 0,35 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>; densidade do solo = 1,45 e 1,65 g cm<sup>-3</sup>; porosidade total do solo = 40,80 e 32,65%; densidade de partículas = 2,45 g cm<sup>-3</sup>. A caracterização química inicial do solo foi realizada mediante análise de amostras compostas coletadas na camada de 0 – 0,30 m de profundidade (Tabela 1).

A adubação foi realizada seguindo a recomendação do Boletim Técnico 100 (RAIJ et al., 1997) para a cultura da *Mentha piperita*, baseada na análise do solo (PRAVUSCHI et al., 2010). A adubação de base foi realizada aos 10 dias antes do transplante e dois dias após cada colheita. Na adubação de base, foi aplicado 20 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia), 120 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) e para a adubação de cobertura, foram aplicados 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, aos 20 dias após o transplante e aos 20 dias após os 1º e 2º cortes; estes foram aplicados manualmente em sulcos, entre as linhas espaçadas entre si em 0,50 m (Tabela 2).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 4x3, sendo quatro doses de potássio: 0, 50, 100 e 200 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> e três períodos de colheita.

**TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE MANJERICÃO SOB DOSES DE POTÁSSIO EM COLHEITAS SUCESSIVAS**

**Tabela 1.** Análise química do solo utilizado no experimento (Piracicaba – SP, 2012-2013).

pH	MO*	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	m	V	P	S
CaCl <sub>2</sub>	mg kg <sup>-1</sup>			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%		mg dm <sup>-3</sup>	
5,0	15	0	34	26	10	4,4	74,4	0	55	4	10
B		Cu		Fe			Mn			Zn	
mg dm <sup>-3</sup>											
0,14		3,5		25			26,8			1,1	

\* matéria orgânica; Métodos: B – água quente/microondas; Cu, Fe, Mn e Zn – extração DTPA – TEA em pH 7,3; P, K, Ca, Mg – extração pela resina trocada de íons; Al – titulação; H+Al – pH SMP; S – turbidimetria

**Tabela 2.** Dose equivalente de nutrientes aplicados para as três colheitas, em kg.ha<sup>-1</sup> (Piracicaba – SP, 2012-2013).

Tratamentos	K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )			N (kg ha <sup>-1</sup> )			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Colheitas								
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
0 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	30	30	30						
50 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	30 + 50	30 + 50	30 + 50	20 + 30	20 + 30	20 + 30	120	120	120
100 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	30 + 100	30 + 100	30 + 100						
200 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	30 + 200	30 + 200	30 + 200						

K<sub>2</sub>O – cloreto de potássio; N – ureia; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – superfosfato simples

As quantidades de nutrientes aplicadas no ciclo vegetativo do manjericão, conforme os tratamentos, estão apresentadas na Tabela 2.

As mudas de manjericão foram propagadas assexuadamente a partir de matrizes da variedade denominada “Lampião” originária da coleção do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). A produção das mudas ocorreu em leito de enraizamento dentro de bandejas de polipropileno de 162 células, cada uma com

volume de 31 cm<sup>3</sup>. Foi utilizado o substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>-HT, constituído à base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida. Toda irrigação foi realizada via capilaridade aproximadamente por 15 dias, quando as mudas apresentavam altura de 0,15 m, sendo então destinadas ao plantio no campo.

O transplântio foi realizado em 36 parcelas, cada parcela com dimensões de 2,5 m x 2,0 m de largura, totalizando 5,0 m<sup>2</sup>. As plantas foram transplantadas em quatro

fileiras espaçadas de 0,5 m entre plantas e 0,5 m entre linhas, perfazendo um total de 20 plantas em cada parcela. A área útil por parcela foi de 1,5 m<sup>2</sup>, correspondendo às seis plantas das duas fileiras centrais. As plantas da extremidade das fileiras centrais e as plantas das fileiras laterais tiveram a função de bordadura. Foi utilizada uma cobertura vegetal sobre o solo (biomassa seca de folhas de cana-de-açúcar), na quantidade de 2,5 kg m<sup>-2</sup>.

A irrigação das parcelas experimentais foi realizada por gotejamento, com emissor integrado tipo pastilha e autocompensante, da marca John Deere Water - D5000, com vazão de 2 L h<sup>-1</sup>. A uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação (UD), determinada aos 15 dias e aos 100 dias após o transplântio foi de 94 e 96%, respectivamente. O manejo da irrigação foi realizado pela estimativa da umidade do solo por meio de dados de sonda de capacitância, modelo Diviner 2000<sup>®</sup> (SENTEK, 2001), na profundidade de 0,1 m a 0,4 m, previamente calibrada para o solo da área. As leituras foram realizadas em um intervalo máximo de três dias. Quando as leituras atingiam a umidade crítica (0,45 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) era calculada a lâmina de irrigação para elevar o solo novamente à capacidade campo.

A água utilizada na irrigação apresentava as seguintes características químicas: pH = 6,9; CE = 0,30 dS m<sup>-1</sup>; Cloreto = 0,34 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Ca = 0,71 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Mg = 0,16 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; K = 3,20 mg L<sup>-1</sup>; Na = 0,58 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>. Assim, quanto ao risco de salinização dos solos, a água foi classificada como C2-S1, ou seja, água com salinidade média e baixo teor em sódio, considerada adequada ao uso para irrigação.

O estado nutricional das plantas foi avaliado por meio de diagnose foliar, ao final da colheita da cultura, segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1989). A folha diagnose utilizada estava localizada no terço superior; ou seja, a partir da segunda folha ápice da planta. Em seguida, eram secas em estufa de circulação de ar (60 °C) e conduzidas ao laboratório para determinações dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). Cada amostragem foi realizada aleatoriamente na fase de florescimento, sendo coletadas 15 folhas por tratamento no momento antecedente a cada colheita; aos 69, 125 e 186 dias após transplântio.

A concentração do potássio na solução do solo foi monitorada por meio de extratores de cápsula porosa instalados a 0,10 m de distância do caule da planta e a 0,15 e 0,45 m de profundidade no solo, aos

## TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE MANJERICÃO SOB DOSES DE POTÁSSIO EM COLHEITAS SUCESSIVAS

quais eram aplicados vácuo a uma tensão média de 60 kPa. Cinco dias após as adubações da 1ª e 2ª colheitas. Após 24 horas as soluções eram coletadas dos seus respectivos extratores e analisadas em relação aos níveis de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e a condutividade elétrica (CE). Os dados experimentais foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk ( $P < 0,01$ ) e de Bartlett ( $P < 0,01$ ) para verificação da normalidade e da homocedasticidade residuais, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância, sendo o fator quantitativo avaliado em polinômios ortogonais, segundo sua significância pelo Teste F e o fator qualitativo submetido ao teste múltiplo de médias de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Para tal, foi utilizado o programa estatístico SAS.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de nutrientes na folha do manjericão, além de refletir o seu estado nutricional, evidencia os efeitos das doses crescentes do potássio sobre a absorção dos nutrientes na planta. Na análise de variância, não se observou significância para a interação período de colheita x doses de potássio para os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, com exceção do enxofre (Tabela 3).

De acordo com a Tabela 3, observa-se uma concentração de nutrientes superiores à média recomendada para a cultura do manjericão, exceto para o K, considerado adequado segundo estudos de Succop (1998), que relata: N na concentração de 25 a 35  $\text{g kg}^{-1}$ ; P de 2 a 4  $\text{g kg}^{-1}$ ; K de 15 a 30  $\text{g kg}^{-1}$ ; Ca de 3 a 10  $\text{g kg}^{-1}$ ; Mg de 2,5  $\text{g kg}^{-1}$  e o S de 1,5 a 5  $\text{g kg}^{-1}$ . Aboutalebi et al. (2013) avaliaram o efeito de adubos orgânicos e inorgânicos em duas cultivares de manjericão (Mikhak e Green Sweet) e encontraram valores superiores de concentração foliar de P, Mg e Ca quando comparados aos deste experimento, enquanto Dzida (2010) estudou doses de carbonato de cálcio em duas cultivares de manjericão, encontrou valores de concentração foliar de N, Ca e Mg semelhantes aos do presente estudo.

Majkowska-Gadomska et al. (2014) avaliaram o efeito de diferentes épocas de plantio nas concentrações foliares na Polônia de três cultivares de manjericão. Os autores concluíram que houve diferenças dos macronutrientes foliares entre as cultivares, mas não nas épocas de plantio. Os valores médios das concentrações foliares foram: N – 11,8  $\text{g kg}^{-1}$ ; P – 2,9  $\text{g kg}^{-1}$ ; K – 11,7  $\text{g kg}^{-1}$ ; Mg – 1,6  $\text{g kg}^{-1}$ ; Ca – 8,1  $\text{g kg}^{-1}$ .

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância e das médias referentes aos macronutrientes da folha do *Ocimum basilicum* sob quatros doses de potássio, em três períodos de colheita (Piracicaba – SP, 2012-2013).

Fator de variação	G.L.	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Período de colheita (P)	2	111,172 <sup>**</sup>	14,681 <sup>**</sup>	156,216 <sup>**</sup>	0,578 <sup>ns</sup>	19,221 <sup>**</sup>	76,485 <sup>**</sup>
Doses de potássio (D)	3	11,325 <sup>ns</sup>	0,873 <sup>ns</sup>	12,829 <sup>ns</sup>	0,744 <sup>ns</sup>	0,793 <sup>**</sup>	0,634 <sup>**</sup>
Interação P x D	6	0,016 <sup>ns</sup>	0,296 <sup>ns</sup>	0,2188 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,0829 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>**</sup>
Resíduo	24	15,143	0,313	10,007	2,706	0,063	0,171
Média geral (g kg <sup>-1</sup> )		46,80	6,32	26,93	21,85	3,58	7,48
Coefficiente de variação (%)		8,31	8,86	11,74	7,53	7,21	5,53

<sup>\*\*</sup> significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); <sup>\*</sup> significativo em nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo em nível ( $p \geq 0,05$ ); G.L. – Graus de liberdade

No presente estudo, pode-se observar que, em relação ao cálcio, não houve diferença estatística ( $p \geq 0,05$ ) entre os fatores de variação aplicados, assim como para sua interação (P x D), verificando-se que, possivelmente, não houve inibição competitiva que poderia ter ocorrido entre Ca e K (MALAVOLTA et al., 1989).

O Mg é um nutriente que pode competir com o K; porém, nesse experimento, houve um equilíbrio entre esses nutrientes, e provavelmente não ocorreu essa competição. A maior concentração de Mg nas folhas de manjeriço foi obtida no 1º período (4,91 g kg<sup>-1</sup>) e a menor concentração no 3º período (2,38 g kg<sup>-1</sup>). Nota-se uma redução na concentração deste elemento nos períodos de colheita. O Mg é um elemento que está relacionado com a clorofila da planta; como o solo apresentava condições adequadas

desse nutriente, não foi possível avaliar essa diferença nos dois primeiros períodos de colheita. Porém, na terceira colheita, possivelmente o nível desse macroelemento era reduzido, pois não houve reposição do mesmo. Assim, sua concentração passou a ser significativa em relação à colheita inicial. Geralmente, a adubação com Mg é realizada via calagem do solo; em função das condições iniciais do solo. Este procedimento não foi realizado, o que pode ter sido mais um fator a contribuir para essa diferença entre os tratamentos.

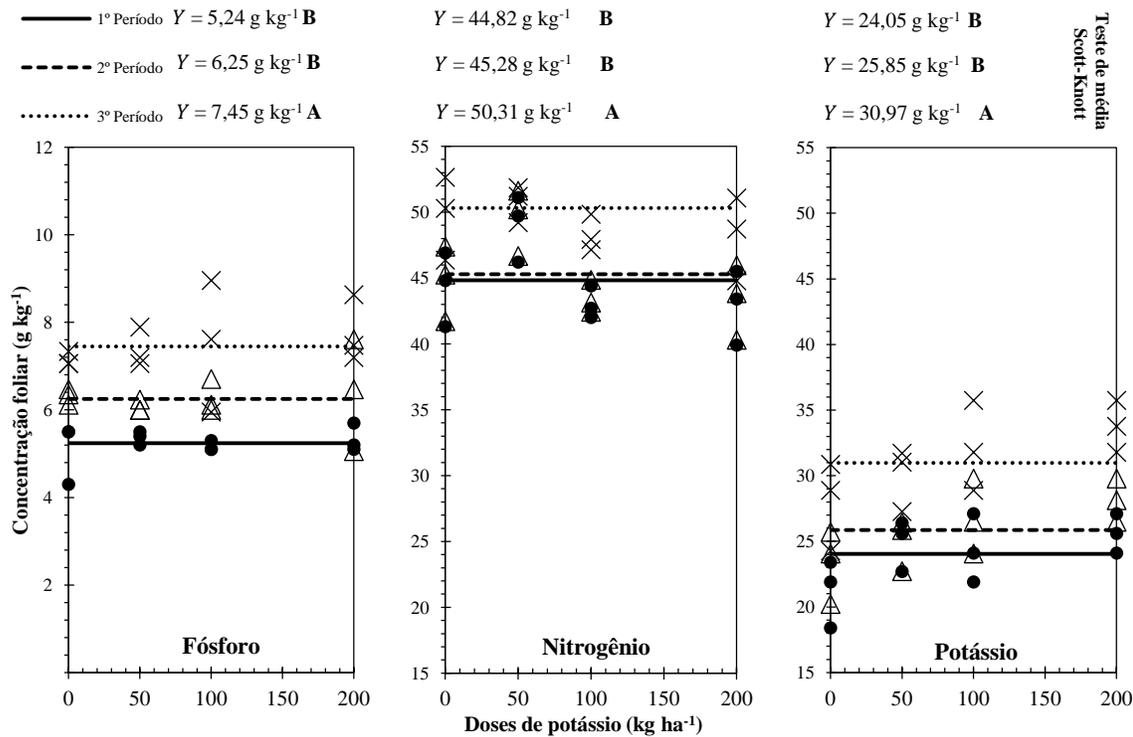
A redução dos teores de Mg nas folhas foi atribuída ao efeito competitivo entre os íons K<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. A redução do teor de Mg nas folhas nos primeiros períodos de colheita pode ser atribuída ao fato do sistema radicular estar ainda pouco desenvolvido para 1ª e 2ª colheita, possivelmente não atingido a área onde o adubo potássico foi

aplicado, estando, portanto, impossibilitado de absorver o K adicionado. De acordo com os dados de Biesiada e Kús (2010) e Zengin et al. (2008), o nível médio de cálcio foliar encontrado no manjericão foi de 20,0 a 33,6 g kg<sup>-1</sup>, e o de magnésio de 1,5 a 3,1 g kg<sup>-1</sup>, concordando com os resultados obtidos no presente estudo.

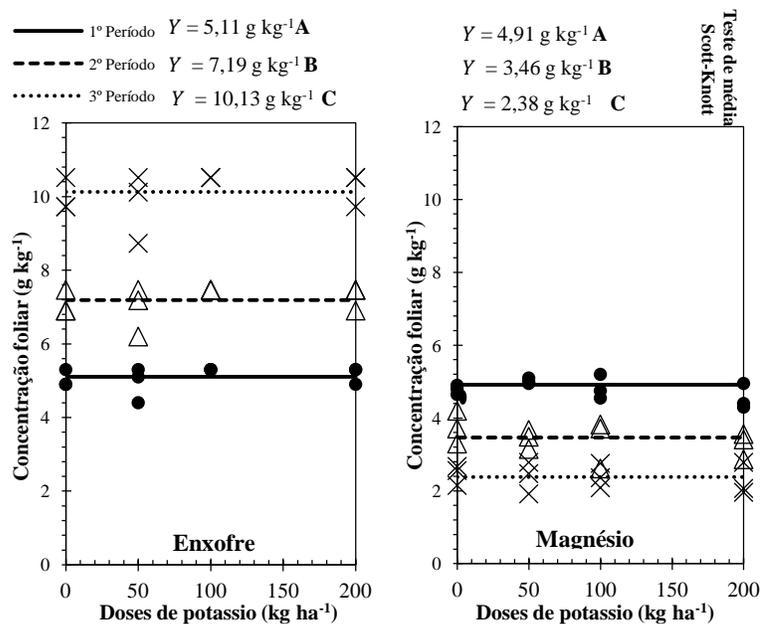
O enxofre é um nutriente pouco estudado e, em geral, sua necessidade é suprida quando se faz uso de fertilizantes que contenha sulfato na composição ou aplicação de matéria orgânica. A concentração desse nutriente nas folhas do manjericão não sofre efeito da fonte de variação potássica; entretanto, houve um aumento de concentração nos períodos, com a menor concentração obtida na 1ª colheita (5,11 g kg<sup>-1</sup>). Com exceção do Ca, em todos os macronutrientes foi observado o efeito do fator período de colheita. Nas folhas, a partir da segunda colheita, a concentração de Mg diminuiu, enquanto que as concentrações foliares de N, P, K e S aumentaram (Figuras 1 e 2). A disponibilidade de nutrientes não é determinada apenas pelo seu valor absoluto, mas também por suas proporções relativas (Figura 3). Nas folhas de manjericão, os valores da relação Ca:P variaram de 4,18 no 1º período de colheita para 2,95 no 3º período de colheita. Esses valores estão

próximos dos observados por Majkowska-Gadomska et al. (2014), que foram de 2,8 no manjericão “roxo” e 4,8 no manjericão “doce”. A relação Ca:Mg indica uma deficiência alta em magnésio, essa proporção foi de 4,5 a 9,4 nos períodos de colheita. De acordo com Barczak et al. (2008), a proporção Ca:Mg deve permanecer em 3; valores mais elevados indicam excesso de absorção de cálcio, em detrimento do magnésio. A razão K:(Ca+Mg) é considerada um importante indicador do valor nutricional das plantas, não devendo ser superior a 2,2. Essa proporção nas folhas do manjericão variou de 0,9 a 1,27 nos períodos de colheita.

A relações Ca:Mg e K:(Mg+Ca) encontradas nesses trabalhos são semelhantes às obtidas por Majkowska-Gadomska et al. (2014); os autores encontraram valores de 2,5 a 4,1 para a relação Ca:Mg e de 0,9 a 1,5 para a relação K:(Ca:Mg). Na Tabela 4 apresenta-se o resumo da análise da regressão para a condutividade elétrica (CE) da solução do solo, extraída nas profundidades de 0,15 e 0,45 m, em função das doses de potássio, em dois períodos de cultivo do manjericão, cinco dias após adubação da 1ª e 2ª colheitas, correspondendo aos inícios do 2º e 3º período.

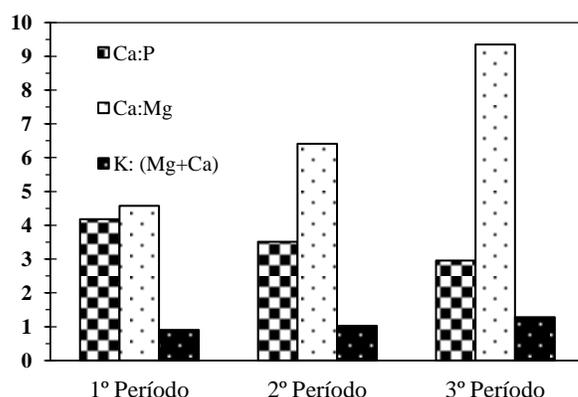


**Figura 1.** Concentração de fósforo, nitrogênio e potássio foliar do *Ocimum basilicum*, nos três períodos de colheita, em função das doses de potássio aplicadas (Piracicaba – SP, 2012-2013).



**Figura 2.** Concentração de enxofre e magnésio foliar do *Ocimum basilicum*, nos três períodos de colheita, em função das doses de potássio aplicadas (Piracicaba – SP, 2012-2013).

**TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE MANJERICÃO SOB DOSES DE POTÁSSIO EM COLHEITAS SUCESSIVAS**



**Figura 3.** Relações de Ca:P, Ca:Mg e K:(Mg+Ca) nas folhas de *Ocimum basilicum* nos três períodos de colheita (Piracicaba – SP, 2012-2013).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância da regressão e médias referentes à condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) da solução do solo, em duas profundidades e em dois períodos de cultivos, em função de doses de potássio (Piracicaba – SP, 2012-2013).

Fator de variação	G.L.	Condutividade elétrica			
		2º Período		3º Período	
		0,15 m	0,45 m	0,15 m	0,45 m
Quadrado médio					
Regressão linear	1	77572,9**	2339,5*	3493,7**	13715,2**
Regressão quadrática	1	20385,8**	2902,2 <sup>ns</sup>	2022,8**	728,17 <sup>ns</sup>
Resíduo	8	17,68	1263,6	122,9	218,09
Média geral ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )		393,38	264,36	355,72	415,06
Coefficiente de variância (%)		1,07	13,45	3,12	3,56

\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo em nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo em nível ( $p \geq 0,05$ ); G.L. – Graus de liberdade

Verificou-se que houve efeito significativo das doses de potássio sobre a CE nas duas profundidades e nas duas coletas realizadas, em nível de 1% de probabilidade. Na Figura 4 está representado o efeito das doses de potássio sobre a CE. No 2º período e no 3º período, foram ajustadas equações de regressão para as profundidades 0,15 e 0,45 m. A CE na

solução do solo foi ajustada a regressões lineares e quadráticas. Na avaliação realizada no 2º período, verifica-se que a camada 0,15 m apresenta maiores valores de CE na solução solo em relação à camada 0,45 m, o que evidencia o aproveitamento dos nutrientes presentes na solução do solo pela cultura do manjeriçõ. A mesma tendência foi constatada por Francisco

(2014), que verificou que a CE na solução do solo sob aplicações de vinhaça apresentou maiores valores nas camadas superficiais. Os maiores valores de CE, estimados para as profundidades de 0,15 m e 0,45 m, foram de  $496 \mu\text{S cm}^{-1}$  ( $K = 153 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e  $302 \mu\text{S cm}^{-1}$  ( $K = 200 \text{ kg ha}^{-1}$ ), respectivamente. Os valores mínimos foram de  $249 \mu\text{S cm}^{-1}$  ( $K = 0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e  $246 \mu\text{S cm}^{-1}$  ( $K = 0 \text{ kg ha}^{-1}$ ), respectivamente para as profundidades de 0,15 e 0,45 m.

Na avaliação realizada no 3º período, houve interação significativa das doses de potássio e dos períodos entre coletas sobre a CE na solução do solo. As equações ajustadas seguiram modelo linear para profundidade de 0,15 m e quadrática para 0,45 m, sendo os maiores valores de CE estimados para profundidade de 0,45 m, indicando provável lixiviação de íons provocada pela alta precipitação pluviométrica ocorrida no 1º e 2º períodos (129,4 e 147,8 mm, respectivamente). Os maiores valores de CE estimados para as profundidades de 0,15 m e 0,45 m foram  $419 \mu\text{S cm}^{-1}$  ( $K = 200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e  $468 \mu\text{S cm}^{-1}$  ( $K = 200 \text{ kg ha}^{-1}$ ), respectivamente.

Nas avaliações realizadas foi verificado um acréscimo da CE com o aumento das doses de K aplicadas. Esse aumento da CE possivelmente não

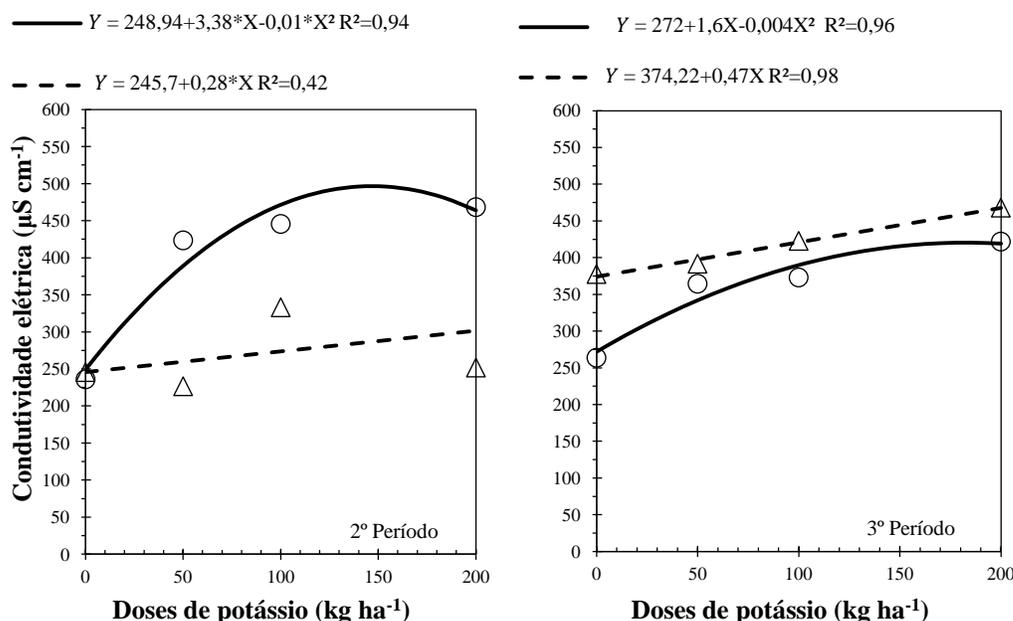
ocasionou problemas no desenvolvimento do manjeriço a partir da fase inicial até a fase de inflorescência (colheita). Ouyang et al. (1998) aplicaram cloreto de potássio (0 e  $0,42 \text{ g kg}^{-1}$ ) e ureia (0 e  $50 \text{ g kg}^{-1}$ ) em três solos, com teor de argila variando de 252 a  $721 \text{ g kg}^{-1}$ , e encontraram aumentos na CE de 870 a  $920 \mu\text{S cm}^{-1}$  a 2 cm do local de aplicação do fertilizante, dependendo do tipo de solo. Foi verificado, também, que a germinação e o crescimento de plântulas de milho diminuíram com a aplicação de KCl, particularmente com as plantas distantes 2 cm do fertilizante, onde a CE do solo foi superior a  $500 \mu\text{S cm}^{-1}$ . De acordo com Marschner (1995), a alta salinidade de alguns fertilizantes, principalmente o cloreto de potássio, compromete o crescimento e a distribuição das raízes, assim como a absorção de água e nutrientes, devido à diminuição do potencial osmótico próximo à rizosfera, o que dificulta o deslocamento dos íons até as raízes. Porém, nesse trabalho, a aplicação de até  $230 \text{ kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio em sulcos a 0,25 m da planta não teve efeito negativo sob o desenvolvimento do manjeriço. Conforme Ezzel-din et al. (2010), a quantidade de uma dose única de potássio é de grande importância devido ao efeito antagônico deste nutriente na absorção

**TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE MANJERICÃO SOB DOSES DE POTÁSSIO EM COLHEITAS SUCESSIVAS**

de outros cátions, como o sódio, o cálcio e o magnésio.

Na Tabela 5 apresenta-se o resumo da análise de regressão para o potássio da solução do solo, nas profundidades 0,15 e

0,45 m, em função das doses de potássio, em dois períodos de cultivos do manjericão, cinco dias após adubação da 1ª e 2ª colheitas, correspondendo aos inícios do 2º e 3º períodos.



**Figura 4.** Condutividade elétrica da solução do solo nas profundidades 0,15 e 0,45 m, em dois períodos de cultivo do *Ocimum basilicum*, (Piracicaba – SP, 2012-2013). \*Significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste t de Student (1908).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância da regressão e médias referentes ao potássio ( $\text{mg L}^{-1}$ ) da solução do solo, de duas profundidades e em dois períodos de cultivos, em função das doses de potássio aplicadas (Piracicaba – SP, 2012-2013).

Fator de variação	G.L.	Potássio			
		2º Período		3º Período	
		0,15 m	0,45 m	0,15 m	0,45 m
Quadrado médio					
Regressão linear	1	174,86**	1110,6**	477,71**	206,95**
Regressão quadrática	1	190,96**	6,22 <sup>ns</sup>	19,50 <sup>ns</sup>	188,72**
Resíduo	8	3,21	13,73	6,73	3,12
Média gera ( $\text{mg L}^{-1}$ )		23,72	26,85	17,80	87,50
Coefficiente de variância (%)		23,71	13,80	13,24	7,37

\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo em nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo em nível ( $p \geq 0,05$ ); G.L. – Graus de liberdade

Pode-se observar que houve efeito significativo das doses de potássio sobre a concentração do potássio presente na solução do solo, em todas as coletas realizadas, em nível de 1% de probabilidade.

O efeito das doses de potássio sobre a concentração de potássio na solução do solo, nos 2º e 3º períodos de cultivo, e para duas profundidades de amostragem, é apresentado na Figura 5. Na avaliação realizada no 2º período, verificou-se que o modelo polinomial que melhor se ajustou foi o quadrático para a profundidade de 0,15 m, e o linear para profundidade de 0,45 m. Em ambos os casos notou-se uma tendência de aumento do potássio conforme o aumento das doses de potássio aplicadas. A mesma tendência foi constatada por Ernani et al. (2007), que estudaram a mobilidade do K em um Nitossolo, de acordo com o método de aplicação e a dose de cloreto de potássio. Os maiores valores de potássio estimados para as profundidades de 0,15 m e 0,45 m foram de 35 mg L<sup>-1</sup> (K = 200 kg ha<sup>-1</sup>) e 41,24 mg L<sup>-1</sup> (K = 200 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Os valores mínimos foram de 19,25 mg L<sup>-1</sup> (K = 60,50 kg ha<sup>-1</sup>) e 15,67 mg L<sup>-1</sup> (K = 0 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente, para as profundidades de 0,15 e 0,45 m.

Conforme a avaliação realizada no 3º período foram ajustadas equações linear e

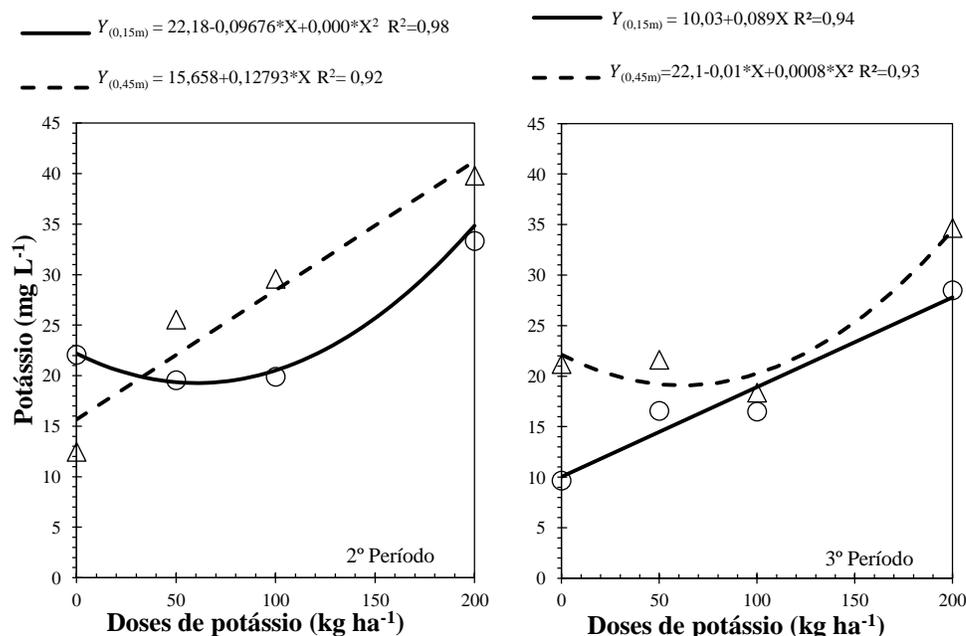
quadrática para as camadas de 0,15 e 0,45 m, respectivamente. Os valores máximos e mínimos para as camadas de 0,15 e 0,45 m foram de 27,81 mg L<sup>-1</sup> (K = 200 kg ha<sup>-1</sup>) e 10,03 mg L<sup>-1</sup> (K = 0 kg ha<sup>-1</sup>); e de 34,4 mg L<sup>-1</sup> (K = 200 kg ha<sup>-1</sup>) e 19,06 (K = 61,87 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Observou-se que a concentração de potássio determinada na solução do solo apresentou maiores valores na profundidade de 0,45 m, assim como para a CE. A alta concentração de potássio na profundidade de 0,45 m pode ser atribuída à maior precipitação pluviométrica ocorrida durante o 2º período. Este fato está de acordo com o constatado por Espinosa e Reis (1982), que verificaram elevadas concentrações de potássio a 1,05 m de profundidade, após elevadas precipitações pluviais. Ernani et al. (2007) explicam que a mobilidade vertical descendente dos nutrientes acontece principalmente por fluxo de massa. Durante o fluxo de massa os íons movem-se juntamente com a água (na mesma velocidade da água). Nesse processo os fatores que mais influenciam o movimento descendente dos íons de K são a concentração na solução do solo e o volume de água percolado.

O resumo da análise da regressão para o nitrato da solução do solo nas profundidades 0,15 e 0,45 m, em função de

**TEORES DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE MANJERICÃO SOB DOSES DE POTÁSSIO EM COLHEITAS SUCESSIVAS**

doses de potássio e em dois períodos de cultivos do manjericão, aos cinco dias após adubação da 1ª e 2ª colheita, correspondendo

aos inícios do 2º e 3º período, é apresentado na Tabela 6.



**Figura 5.** Concentração de potássio na solução do solo, nas profundidades 0,15 e 0,45 m, em dois períodos de cultivo do *Ocimum basilicum*, (Piracicaba – SP, 2012-2013). \*Significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste t de Student (1908).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância de regressão e médias referentes ao nitrato ( $mg L^{-1}$ ) da solução do solo, em duas profundidades, durante dois períodos de cultivos, em função de doses de potássio aplicadas (Piracicaba – SP, 2012-2013).

Fator de variação	G.L.	Nitrato			
		2º Período		3º Período	
		0,15 m	0,45 m	0,15 m	0,45 m
Quadrado médio					
Regressão linear	1	2589,61**	4821,56**	1922,63**	4513,74**
Regressão quadrática	1	607,43 <sup>ns</sup>	719,07**	3147,85**	106,48**
Resíduo	8	165,83	22,7	36,39	7,512
Média geral		66,19	35,44	53,94	42,70
Coefficiente de variância (%)		19,45	13,45	11,18	6,42

\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo em nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo ao nível ( $p \geq 0,05$ ); G.L. – Graus de liberdade

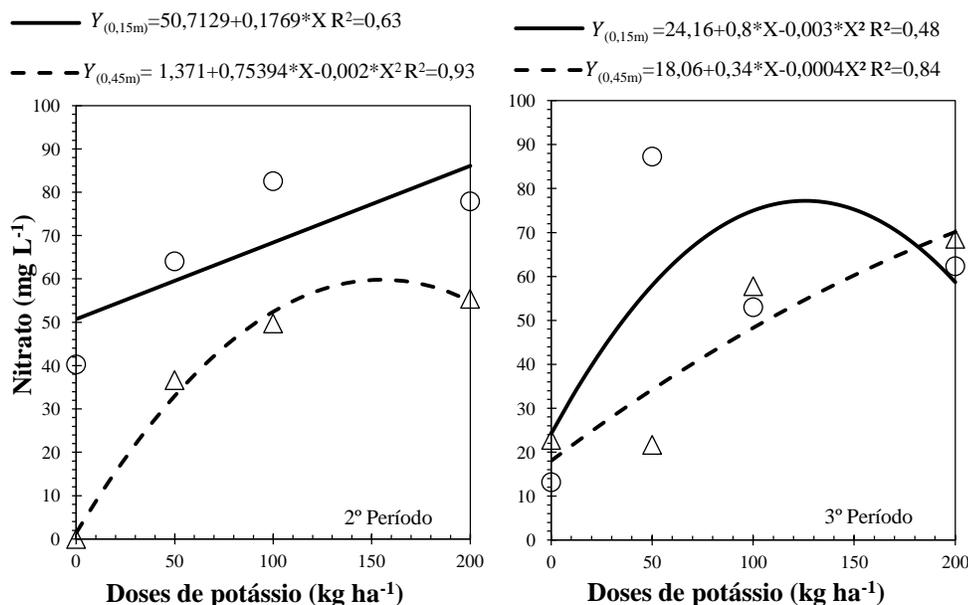
Verificou-se que houve efeito significativo das doses de potássio sobre o nitrato em todas as coletas realizadas, em nível de probabilidade de 1%.

Os efeitos das doses de potássio sobre a concentração de nitrato na solução do solo no 2º e 3º períodos de cultivo, e em duas profundidades de amostragem, são apresentados na Figura 6. No 2º período, verificou-se que o modelo polinomial que melhor se ajustou foi o linear para a profundidade de 0,15 m, e o quadrático para a profundidade de 0,45 m. Também é possível observar maiores valores de nitrato na solução do solo a 0,15 m de que à camada 0,45 m. Os valores máximos e mínimos de concentração de nitrato estimados foram de

861 mg L<sup>-1</sup> (K = 200 kg ha<sup>-1</sup>) e 50,71 mg L<sup>-1</sup> (K = 0 kg ha<sup>-1</sup>) para profundidade 0,15 m. Na profundidade 0,45 m foram 59,84 mg L<sup>-1</sup> (155 kg ha<sup>-1</sup>) e 1,37 mg L<sup>-1</sup> (K = 0 kg ha<sup>-1</sup>).

No 3º período foram ajustadas equações quadráticas para as profundidades de 0,15 e 0,45 m. Os valores máximos e mínimos para estas profundidades foram de 54,75 mg L<sup>-1</sup> (K = 126 kg ha<sup>-1</sup>) e 24,20 mg L<sup>-1</sup> (K = 0 kg ha<sup>-1</sup>); e 70,15 mg L<sup>-1</sup> (K = 200 kg ha<sup>-1</sup>) e 18,06 mg L<sup>-1</sup> (K = 0 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente.

De acordo com Xu et al. (2002), o potássio e o nitrogênio apresentam sinergismo, ou seja, o teor de nitrogênio tem influência na ação do potássio.



**Figura 6.** Concentração de nitrato da solução do solo nas profundidades de 0,15 e 0,45 m, em dois períodos de cultivo do *Ocimum basilicum* (Piracicaba – SP, 2012-2013). \*Significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste t de Student (1908).

Dessa forma, o aproveitamento do nitrogênio depende dos teores de potássio e a absorção de nitrogênio pode ser favorecida pelas altas doses de potássio fornecido às plantas, diminuindo a mobilidade do nitrato na solução do solo.

De maneira geral, a aplicação de cloreto de potássio proporcionou aumento das concentrações de nitrato. Entretanto, o teor de nitrato obtido neste estudo é baixo quando comparado aos encontrados por Francisco (2014), que obteve valores de até 100 mg L<sup>-1</sup>, nas profundidades de 0,20 e 0,40 m, em abacaxi cultivado em casa de vegetação.

Esse comportamento pode estar associado ao fato do nitrogênio presente na ureia não ter permanecido solúvel na solução do solo.

## CONCLUSÕES

Não foram verificados efeitos significativos das doses de potássio sobre os teores dos macronutrientes medidos nas folhas do manjericão. Os teores de nutrientes foliares variaram entre os períodos de colheita. A condutividade elétrica máxima da solução do solo de 496  $\mu\text{S cm}^{-1}$  não limitou o crescimento do manjericão. Houve incremento da condutividade elétrica e da concentração de

potássio na solução do solo com o aumento das doses de potássio aplicadas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCT-EI); e ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), por intermédio do Professor Nilson Borlina Maia pela doação das plantas de manjericão variedade “Lampião”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOUTALEBI, A.; JAHROMI, M. G.; FARAH, M. H. 2013. Evaluation of growth and yield of organically-grown basil (*Ocimum basilicum* L.) in soilless culture. **International journal of food**, Helsinki, v. 11, n. 1, p. 299-301,
- BARCZAK, B.; KOZERA W.; RALCEWICZ, M.; KNAPOWSKI T. 2008. The contents and ionic ratios of the selected components of bean in the background of fertilization with microelements. **Journal Central Europe Agriculture**, Nitra, v.9, n. 4, p. 771-776,
- BIESIADA, A.; KUS, A. 2010. The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yielding and nutritional status of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **ACTA Scientiarum Polonorum**, Poznań, v. 9, n. 2, p. 3-12,
- BLANK, A. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS NETO, A. L.; ALVES, P. B.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R.; MENDONÇA, M. C. 2004. Caracterização morfológica e

- agronômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 113-116,
- DZIDA, K. Nutrients contents in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) herb depending on calcium carbonate dose and cultivar. **ACTA Scientiarum Polonorum**. Poznań, v. 9, n. 4, p. 143-151, 2010.
- EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2. ed. 306 p.
- ERENO, D. 2006. Perfume de manjeriço. **Revista FAPESP**, São Paulo, n. 120, p. 72-75.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. 2007. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, cap. 8, p. 551-594.
- ESPINOSA, W.; REIS, A. E. G. 1982. Lixiviação de Ca, K e Mg em um Latossolo Vermelho-Escuro (LE) de cerrados. I. Magnitude do fenômeno na época chuvosa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 299-317,
- EZZ EL-DIN, A.; HENDAWY S. F.; AZIZ E. E.; OMER E. A. 2010. Enhancing growth, yield and essential oil of caraway plants by nitrogen and potassium fertilizers. **International Journal of Academic Research**, Baku, v. 2, n. 3, p. 192-197.
- FRANCISCO, J. P. 2014. **Fertirrigação do abacaxi cultivar vitória com vinhaça: efeitos no solo e na planta**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. 125 p.
- MAJKOWSKA-GADOMSKA, J.; WIERZBICKA, B.; DZIEDZIC, A. 2014. The effect of seedling planting time on macroelement and microelement concentrations in Basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. **Polish Journal of Environmental Studies**, Olsztyn, v. 23, n. 1, p. 125-129.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. 1989. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 201 p.
- MARSCHNER, H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 2<sup>a</sup> ed. 889 p.
- MAY, A.; PINHEIRO, M. Q.; SACCONI, L. V.; JESUS, J. P. F. 2013. **Manjeriço (*Ocimum basilicum*)**. Campinas: IAC, 2008. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/tecnologias/manjeriço/manjeriço.htm>>. Acesso em: 05 Out. 2008.
- MINAMI, K.; SUGUINO, E.; MELLO, S. C.; WATANABE, A. T. 2007. **A cultura do manjeriço**. Série produtor rural n° 36. Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca e documentação, 25p.
- OUYANG, D. S.; MACKENZIE, A. F.; FAN, M. X. 1998. Ammonia volatilization from urea amended with triple superphosphate and potassium chloride. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 62, n. 5, p. 1443-1447.
- PRAKASA RAO, E. V. S.; PUTTANNA K; GANESHA RAO R. S; RAMESH S. 2007. Nitrogen and potassium nutrition of French basil (*Ocimum basilicum* Linn.). **Journal of Spices and Aromatics Crops**, New Delhi, v.16, n.2, p.99-105.
- PRAVUSCHI, P. R.; MARQUES, P. A. A.; RIGOLIN, B. H. M.; SANTOS, A. C. P. 2010. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.).

- Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 687-693.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. 1997. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, (IAC. Boletim, 100), 285 p.
- RAMOS, M. B. M.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N.; SIQUEIRA, J. M.; ZIMINIANI, M. G. 2004. Produção de capítulos florais da camomila em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, 566-572,
- SENTEK. 2001. **Calibration of Sentek Pty Ltd soil moisture sensors**. Stepney, 54p.
- SUCCOP, C.E. 1998. **Hydroponic greenhouse production of fresh market basil**. 1998. 54 p. Dissertation (Master in Sciences) - Department of Horticulture and Landscape Architecture, Colorado State University, Fort Collins,
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2009, **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 4ed, 819p.
- WILKINSON, R. E. 1994. **Plant: environment interactions**. New York: Marcel Dekker, 456p.
- XU, G.; WOLF, S. KAFKAFI, U. 2002. Ammonium on potassium interaction in sweet pepper. **Journal of plant nutrition**, New York, v. 25, n. 4, p. 719-734
- ZENGİN, M.; ÖZCAN, M.M.; ÇETİN, Ü; GEZGIN, S. 2008. Mineral contents of some aromatic plants, their growth soils and infusions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 88, n. 4, p. 581-589

Recebido em: 23/2/2015

Aceito para publicação em: 4/12/2015