

## EFEITO DO ESTRESSE MINERAL INDUZIDO POR FONTES E DOSES DE POTÁSSIO NA PRODUÇÃO DE RAÍZES EM PLANTAS DE BERINJELA (*Solanum melongena* L.)<sup>1</sup>

DOUGLAS JOSÉ MARQUES<sup>2\*</sup>, FERNANDO BROETTO<sup>3</sup>, ERNANI CLARETE DA SILVA<sup>4</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho foi conduzido no Departamento de Produção Vegetal, setor de Horticultura, da UNESP - Campus de Botucatu, SP com o objetivo de avaliar o efeito de fontes e doses crescentes de potássio em raízes de berinjela. O experimento foi disposto em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4 (duas fontes de potássio: KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e quatro doses de K<sub>2</sub>O, 250, 500, 750 e 1000 kg ha<sup>-1</sup>) e três repetições. Para a condução do experimento, utilizou-se Latossolo Vermelho distroférico de textura média (615 g de areia, 45 g de silte e 340 g de argila por quilograma de solo). O solo passou em peneira de 5 mm sendo acondicionado em vasos plásticos com capacidade para 32 L de solo onde as plantas foram cultivadas. Os vasos foram distribuídos com espaçamento de 0,63 m entre plantas e 1,0 m entre linhas sendo cada vaso cultivado com uma planta. As características avaliadas foram: massa seca da raiz e volume da raiz. Conclui-se que fontes e doses excessivas de K<sub>2</sub>O induziram ao estresse mineral em plantas de berinjela e afetaram as raízes, sendo menos prejudicial o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Palavras-chave:** *Solanum melongena* L. Potássio. Raiz. Massa de matéria seca.

### EFFECT OF MINERAL STRESS-INDUCED SOURCES AND DOSES OF POTASSIUM ON THE PRODUCTION OF ROOT IN EGGPLANTS (*Solanum melongena* L.)

**ABSTRACT** - This study was carried out at the Department of Plant Production, Sector Horticulture, São Paulo State University-UNESP, Botucatu Campus, São Paulo State, Brazil in order to evaluate the effect of sources and increasing doses of potassium in roots of eggplant. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 2 x 4 (two sources of potassium: KCl and K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and four doses of K<sub>2</sub>O, 250, 500, 750 and 1000 kg ha<sup>-1</sup>) and three replications. For the experiment, we used Oxisol medium texture (615 g of sand, 45 g of silt and 340 g of clay per kg soil). The soil passed through sieve of 5 mm and packed in plastic pots with a capacity of 32 liters of soil where plants were grown. The pots were distributed with a spacing of 0,63 m between plants and 1,0 m between rows each pot being grown with a plant. The evaluated characteristics were: root dry mass and volume of the root. It was concluded that sources and excessive doses of mineral K<sub>2</sub>O induces stress in eggplants and affect the roots being less harmful K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> source.

**Keywords:** *Solanum melongena* L. Potassium. Root. Dry matter.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 07/12/2009; aceito em 19/08/2010.

Trabalho de dissertação para obtenção do título de mestre em Agronomia-Horticultura do primeiro autor.

<sup>2</sup>Departamento de Produção Vegetal, FCA-UNESP, Caixa Postal 237, 18610-307, Botucatu - SP; [douglasjmarques81@yahoo.com.br](mailto:douglasjmarques81@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Departamento de Química e Bioquímica, IBB-UNESP, Caixa Postal 510, 18618-970, Botucatu - SP; [broetto@ibb.unesp.br](mailto:broetto@ibb.unesp.br)

<sup>4</sup>Departamento de Engenharia de Biosistemas, UFSJ-CSL, Caixa Postal 56, 35701-970, Sete Lagoas - MG; [clarete@ufsj.edu.br](mailto:clarete@ufsj.edu.br)

## INTRODUÇÃO

Entre várias hortaliças, a berinjela (*Solanum melongena* L.) tem sido plantada em condições de cultivo protegido, o qual possibilita um abastecimento contínuo e colheitas em períodos de baixa oferta do produto no mercado, alcançando por isso, preços mais competitivos. Porém, existem muitos problemas relacionados à adubação excessiva, levando o solo a um acúmulo de sais. Knott (1957) alertava para o perigo de se cometer erro fatal para as plantas devido à salinização da zona radicular provocada por esses nutrientes, em especial o K. Em dados do último levantamento do Projeto LUPA 2007/2008 para o Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008), o número de Unidades de Produção Agrícola (UPA) que utilizavam casas de vegetação em sistema de produção de cultivo protegido, era de 4.838 e a área total de 1.438 ha. Segundo Villas Boas et al. (2001), no Estado de São Paulo, 70 a 80% dos cultivos protegidos são fertirrigados. Apesar da água utilizada na irrigação nos cultivos protegidos ser de boa qualidade, a adição de fertilizantes, quando se utiliza a técnica de fertirrigação, a torna salina, aumentando o risco de salinização do solo (BLANCO et al., 2002). As maiores limitações para o cultivo de berinjela estão relacionadas com a baixa disponibilidade de água e nutrientes no solo durante seu ciclo. A resposta desta espécie vegetal a fatores abióticos tais como salinidade e estresse hídrico, tem sido pouco estudada na cultura da berinjela (OLIVEIRA et al., 2008).

Segundo Potafos (2009), atualmente a produção interna de potássio fertilizante no Brasil na forma  $K_2O$ , aumentou 16% e a sua importação 83%. O principal uso do cloreto de potássio é como fertilizante na agricultura sendo a principal fonte de utilização o cloreto de potássio seguido do sulfato de potássio em menor escala. O sulfato de potássio tem um efeito menos “salino” que o cloreto de potássio. Seu índice salino por unidade de  $K_2O$  é a metade do índice do cloreto de potássio, o que o torna mais indicado para solos com tendência à salinização (NOGUEIRA et al., 2001). O potássio exerce, nas plantas, uma série de funções relacionadas com o armazenamento de energia. Entre as várias funções, citam-se melhor eficiência de uso da água, devido ao controle da abertura e fechamento dos estômatos (MALAVOLTA, 1996).

A morfologia do sistema radicular e os parâmetros cinéticos de absorção são os fatores relacionados com as plantas que determinam a absorção de K e, consequentemente, influenciam seu transporte na solução do solo em direção as raízes (ERNANI et al. 2007).

Sendo assim o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do estresse mineral induzido por doses e fontes de  $K_2O$  na produção de raízes de berinjela.

## MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, nas dependências do Departamento de Produção Vegetal – Horticultura – UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. O clima de Botucatu é classificado como Cwa, segundo a classificação internacional de Köppen (CUNHA; MARTINS, 2009), que significa clima temperado quente, com chuvas no verão e seca no inverno, temperatura média do mês mais frio inferior a 17°C e do mês quente superior a 23°C, apresentando como coordenadas geográficas 22°51' de latitude sul, 48°26' de longitude oeste e altitude de 815 m. Utilizou-se plantas de berinjela cultivar Embu. O experimento foi disposto em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4 (duas fontes de potássio: KCl e  $K_2SO_4$  e quatro doses de  $K_2O$ , 250, 500, 750 e 1000 kg ha<sup>-1</sup>) e três repetições. Para a condução do experimento, utilizou-se Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 1997) de textura média (615 g de areia, 45 g de silte e 340 g de argila por quilograma de solo), coletado na gleba “Patrulha” da FCA-UNESP, a uma profundidade de 10 a 20 cm para a análise química, conforme Raij et al. (1996). O solo apresentava inicialmente as seguintes características: pH (4,1), matéria orgânica (17 g dm<sup>-3</sup>), fósforo-extrator resina (2 mg dm<sup>-3</sup>), potássio (0,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), cálcio (2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e magnésio (1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). O solo passou em peneira de 5 mm sendo acondicionado em vasos plásticos com capacidade para 32 L de solo. Os vasos apresentavam furos no fundo, para permitir a drenagem do excesso de água caso ocorresse. Os cálculos para a correção do solo seguiram recomendações de Raij et al. (1996), visando à elevação da saturação por bases a 80%, sendo necessário aplicar 6.000 kg ha<sup>-1</sup>, equivalente a 96 g de calcário dolomítico (PRNT = 91%) por vaso. A adubação básica para nitrogênio e fósforo foi baseada nas recomendações de Raij et al. (1996) para a cultura da berinjela, onde para o N aplicou-se o equivalente a 3,2 g por vaso, na forma de sulfato de amônio e para o fósforo a dose usada foi de 28,2 g de termofosfato máster por vaso. Utilizou-se metade da recomendação para adubação orgânica adicionando-se 10 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido, equivalente a 160 g por vaso. As adubações de cobertura tiveram início aos 15 dias após transplante (DAT), sendo realizadas quinzenalmente. A fonte de N usada na cobertura foi nitrato de cálcio com a dose de 22,82 g por vaso dividido em 14 aplicações. A adubação básica para o K foi feita a partir de duas fontes, cloreto e sulfato de potássio, conforme descrito na Tabela 1.

Após a aplicação dos adubos, o solo foi umedecido durante 35 dias. As mudas de berinjela foram produzidas em bandejas de isopor de 128 células preenchidas com substrato composto por material inerte e livre de patógenos. O transplantio foi realizado no dia 22 de outubro de 2007 com uma muda por

**Tabela 1.** Quantidade total de KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilizados para salinização do solo, conforme o tratamento proposto.

Tratamento	KCl (58% K <sub>2</sub> O)	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (44% K <sub>2</sub> O)
	(g por vaso)	
250 kg ha <sup>-1</sup>	6,81	8,31
500 kg ha <sup>-1</sup>	13,63	16,76
750 kg ha <sup>-1</sup>	20,44	25,14
1000 kg ha <sup>-1</sup>	27,26	33,52

vaso, quando as mesmas apresentavam de três a quatro folhas definitivas, o que ocorreu por volta dos 35 dias após a semeadura. Os vasos foram distribuídos com espaçamento de 0,63 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. Foram instalados tensiômetros no ponto médio do vaso a uma profundidade efetiva do sistema radicular 0,20 m, 0,30 m distância vertical da superfície do mercúrio na cuba até a superfície do solo (cm) e 0,15 m de distancia do colo da planta. A irrigação foi realizada manualmente para elevar a umidade do solo a capacidade de campo, a qual corresponde um potencial mátrico de aproximadamente -30 KPa. As características avaliadas foram: massa seca da raiz e volume da raiz. Para massa seca da raiz, as plantas foram coletadas aos 50 e 120 DAT e o volume das raízes foi quantificado aos 120 DAT. Foram coletadas ao acaso três plantas por tratamento. Os vasos foram cortados para evitar que danificassem as raízes no procedimento de lavagem. Retirado o excesso de solo aderido à raiz a mesma foi separada da parte aérea através de um corte no colo da planta. Em seguida, as raízes foram levadas ao Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo/FCA/UNESP de Botucatu, SP onde foram lavadas novamente com água deionizada para retirada de resíduos de solo. Após pesar a massa de matéria verde da raiz em balança analítica foram levadas para estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 70 °C até atingir peso constante, em seguida pesou em

balança analítica e determinou a MMSR. O volume da raiz foi avaliado utilizando-se balão volumétrico (2000 mL) onde as raízes de berinjela ficaram suspensas em bancada por sete dias para secarem ao ar, em seguida as mesmas foram imersas dentro do balão volumétrico com solução de 70% de álcool e 30% de água e pelo deslocamento da solução determinou o volume da raiz (mL).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), aplicando-se o teste de regressão polinomial de segunda ordem, para os casos em que ocorreu efeito significativo, conforme recomenda Ferreira (1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o volume da raiz observou-se interação entre os fatores (fontes e doses de K<sub>2</sub>O). Quando foi utilizada a fonte cloreto de potássio, o volume das raízes foi superior quando comparadas com a fonte sulfato de potássio (Figura 1). No entanto houve diferença significativa apenas para o tratamento usando a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Tabela 2). Observando que o estresse salino afetou a produção das raízes de forma mais intensa no tratamento utilizando o fertilizante sulfato de potássio, nas doses de 250 e 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para o volume da raiz (mL) em função de fontes e doses de potássio na cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.), cultivar Embu.

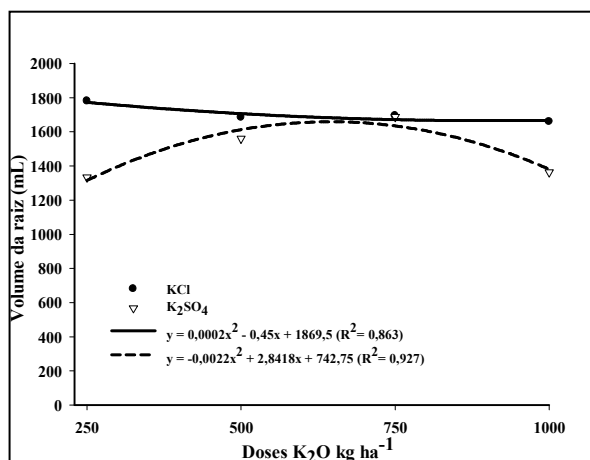
Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
Fontes potássicas (A)	1	286890**
Doses (B)	3	36300 <sup>ns</sup>
Interação (AxB)	3	56050 <sup>ns</sup>
Bloco	2	5016
Resíduo	14	18816
CV (%)	8,60	

\*\*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>= não significativo a 5% de probabilidade.

Quando foi usada a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, observou-se que o volume da raiz aumentou com o aumento das doses até a um valor máximo estimado de 645 kg ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> de K<sub>2</sub>O quando houve decréscimo indicando efeito estressante na planta (Figura 1). Por outro lado, com a fonte KCl não foi observada uma tendência defini-

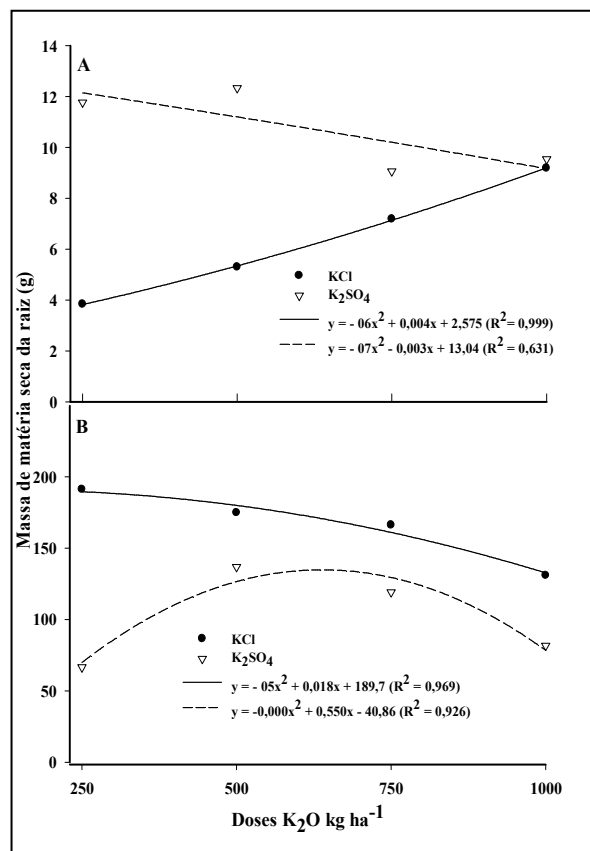
da de aumento ou decréscimo do volume da raiz sendo os valores encontrados estáveis e superiores aos encontrados com a fonte  $K_2SO_4$  (Figura 1). Este dado sugere que as doses de  $K_2O$  quando usado a fonte KCl não foram suficientes para causar estresse na planta. Estes resultados concordam com os encontrados por Souza et al. (2007), que descreve o efeito negativo imediato da salinidade sobre a produção da massa seca da parte aérea (caule e folhas) e do sistema radicular em *Physalis angulata* L. planta da mesma família da berinjela. Cuartero e Munõz (1999) observaram que a massa seca de haste, folhas e raízes de tomateiro e reduzida em condições de salinidade. A grande concentração de íons no solo, principalmente  $Na^+$  e  $Cl^-$ , pode causar o desbalanço no potencial de água e o potencial iônico na interface solo-planta e promover toxicidade no vegetal, afetando o seu crescimento e a produção de fitomassa (HASEGAWA et al., 2000; ASCH et al., 2000), em consequência da redução da absorção de nutrientes minerais, como o potássio, cálcio e manganês (CRAMER; NOWAK, 1992; KHAN et al., 1997; LUTTS et al., 1999). O aumento na concentração de  $K_2O$  favoreceu a produção de raízes mais grossa na cultura da berinjela nas condições do experimento. Discordando dos resultados encontrados por (WASEL; ESHEL, 1991) que observaram em elevada salinidade produziu raízes finas.



**Figura 1.** Volume das raízes das plantas de berinjela (*Solanum melongena* L.), cultivar Embu, em função de doses e fontes de potássio cultivado em casa de vegetação.

Observou-se efeito contrário para massa de matéria seca da raiz (MMSR) ao se comparar as duas datas de avaliação (50 e 120 DAT). Aos 50 DAT houve um decréscimo da MMSR com o aumento das doses de  $K_2O$  ( $K_2SO_4$ ) sendo que o contrário foi encontrado com o aumento das doses de  $K_2O$  (KCl) (Figura 2A). Provavelmente aos 50 DAT em termos de doses de  $K_2O$  (KCl) a planta não tenha atingido o máximo de produção de MMSR o que aconteceu ao se avaliar as plantas aos 120 DAT (Figura 2B) quando observou-se decréscimo na produção de MMSR. Em termos de doses de  $K_2O$  ( $K_2SO_4$ ) os dados são coerentes com o volume de raiz (Figura 1) já que a

produção de MMSR aumentou com as doses de  $K_2O$  até a um máximo estimado de  $648 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $K_2O$  indicando que a partir deste valor, houve efeito deletério na planta que pode ser traduzido por estresse produzido pela salinidade. Estes resultados podem ser explicados pela diferença de efeito de salinidade entre as duas fontes de  $K_2O$  sendo que a fonte ( $K_2SO_4$ ) com menor efeito. Como todos os fertilizantes, o K, em qualquer forma que se apresente, aumenta o teor de sal na solução do solo, enquanto a condutividade elétrica de soluções equimolares de vários sais aumenta na ordem  $KH_2PO_4 < KNO_3 < KCl < K_2SO_4$ , e a tolerância das plantas à salinidade cai na ordem  $KH_2PO_4 > K_2SO_4 > KCl > KNO_3$ , sendo que o  $K_2SO_4$  é a exceção à regra de que a sensibilidade das plantas aos sais aumenta a condutividade (NOGUEIRA et al., 2001). O efeito salino do KCl, diminuiu o crescimento das raízes em plantas de pimentão e da parte aérea, diminuindo, conseqüentemente, a absorção e o acúmulo de nutrientes (SILVA et al., 2001). Estes resultados concordam com os encontrados por Botrini et al. (2000), em seu trabalho conduzido em solução nutritiva altamente salina, com  $8770 \text{ mg L}^{-1}$  de NaCl em concentrações crescentes de K variando de 230 a  $2900 \text{ mg L}^{-1}$  reduziram o rendimento e a matéria seca da parte aérea e do siste-



**Figura 2.** Média da massa de matéria seca das raízes (MMSR) de berinjela (*Solanum melongena* L.), cultivar Embu, cultivadas em casa de vegetação em função de doses e fontes de potássio, 50 dias (A) e 120 dias (B) após o transplântio, respectivamente.

ma radicular do tomate, embora esses resultados tenham sido atribuídos ao aumento da condutividade elétrica da solução devido à alta concentração de fertilizantes. O limiar de tolerância para a água de irrigação salina é mais alto para o sistema radicular do que para as folhas de cucurbitáceas, tomate e pimentão, no entanto, para morango, as raízes são mais suscetíveis às condições de salinidade (VILLAS BÔAS et al., 1999). Aragão et al. (2009) concluiu que o estresse salino produziu efeito negativo para todas as características avaliadas em melão.

## CONCLUSÃO

Fontes e doses excessivas de  $K_2O$  induzem ao estresse mineral em plantas de berinjela e afetam as raízes, sendo menos prejudicial o  $K_2SO_4$ .

## AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa para obtenção do título de mestre do primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, C. A. et al. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 161-169, 2009.
- ASCH, F.; DINGKUHN, M.; DORFFING, K. Salinity increases  $CO_2$  assimilation but reduces growth in field grown irrigated rice. **Plant Soil**, v. 218, n. 1-2, p. 1-10, 2000.
- BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V.; NOGUEIRA, M.C.S. Fertirrigação com água salina e seus efeitos na produção do pepino enxertado cultivado em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 442-446, 2002.
- BOTRINI, L.; PAOLA, M. L.; GRAIFENBERG, A. Potassium affects sodium content in tomato plants grown in hydroponic cultivation under saline-sodic stress. **HortScience**, v. 35, n. 7, p. 1220-1222, 2000.
- CRAMER, G. R.; NOWAK, R. S. Supplemental manganese improves the relative growth, net assimilation and photosynthetic rates of salt-stressed barley. **Plant Physiology**, v. 84, n. 4, p. 600-605, 1992.
- CUARTERO, J.; MUÑOZ, R. F. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, n. 1-4, p. 83-125, 1999.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manoel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1997, p. 212.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. **Fertilidade do solo: potássio**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 551-594 p.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância (Sisvar)**. versão 4.6. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999.
- HASEGAWA, P. et al. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Molecular Biology**, v.51, n. 1, p. 463-499, 2000.
- KHAN, M. S. A. et al. Effect of sodium chloride on growth, photosynthesis and mineral ions accumulation of different types of rice (*Oryza sativa* L.). **Journal Agronomy Crop Science**, v.179, n. 3, p. 149-161, 1997.
- KNOTT, J. E. **Handbook for vegetable growers**. John Wiley & Sons, London Chapman & Hall, 1957. 238 p.
- LUTTS, S.; BOUHARMONT, J.; KINET, J. M. Physiological characterizations of salt-resistant rice (*Oryza sativa* L.) somaclone. **Australian Journal Botany**, v. 47, n. 6, p. 835-849, 1999.
- MALAVOLTA, E. Potássio é uma realidade - o potássio é essencial para todas as plantas. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba: n.73, p.5-6, 1996.
- NOGUEIRA, F. D.; SILVA, E. B. E GUIMARÃES, P. T. G. **Adubação potássica do cafeeiro: sulfato de potássio**. Washington, DC: SOPIB, 2001. 81 p.
- OLIVEIRA, A. B. de; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JUNIOR, R. N. de. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 39-44, 2008.
- POTAFOS. BRASIL - CONSUMO APARENTE DE FERTILIZANTES. **International Plant Nutrition Institute**. Disponível em: <<http://www.potafos.org>>. Acesso em: 10 Agosto. 2010.
- RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo: hortaliças**. 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 173 p.
- VILLAS BÔAS, R. L. et al. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M. V. et al. **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**.

Guaíba: Agropecuária, 2001. cap. 2, p. 71-103.

VILLAS BÔAS, R. L.; BOARETTO, A. E.; BULL, L. T. Parcelamento e largura da faixa de aplicação da uréia na recuperação do nitrogênio pela planta de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p. 1177-1184, 1999.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br>> Acesso em: 15 janeiro 2008.

SILVA et al. Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 913-922, 2001.

SOUZA, N. K. R.; JÚNIOR, J. P. A; AMORIM, S. M. C. Efeito do estresse salino sobre a produção de fitomassa em *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 379-384, 2007.

WAISEL, Y.; ESHEL, A. Multiform behavior of various constituents of one root system In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. **Plant roots: the hidden half**. New York: Marcel Dekker, 1991, p. 39-52.