

TEORES DE MACRONUTRIENTES NAS RAÍZES TUBEROSAS DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA E DAS ÉPOCAS DE COLHEITA

Aline Mendes de Sousa Gouveia¹; Carla Verônica Corrêa²; Ana Emília Barbosa Tavares³; Letícia de Aguilá Moreno⁴; Veridiana Zocoler de Mendonça⁵; Antônio Ismael Inácio Cardoso⁶

1 Doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônômicas. Rua José Barbosa de Barros nº 1780 (Fazenda Experimental Lageado) – Botucatu, SP – Brasil - Cep: 18.610-307. E-mail: alinemendesgouveia@gmail.com

2 Doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônômicas. Rua José Barbosa de Barros nº 1780 (Fazenda Experimental Lageado) – Botucatu, SP – Brasil - Cep: 18.610-307. E-mail: cvcorrea@fca.unesp.br

3 Doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônômicas. Rua José Barbosa de Barros nº 1780 (Fazenda Experimental Lageado) – Botucatu, SP – Brasil - Cep: 18.610-307. E-mail: anaemiliatavares@yahoo.com.br

4 Mestranda da Faculdade de Ciências Agrônômicas. Rua José Barbosa de Barros nº 1780 (Fazenda Experimental Lageado) – Botucatu, SP – Brasil - Cep: 18.610-307. E-mail: leticia-moreno@ig.com.br

5 Doutora em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/Botucatu). E-mail: veridianazm@yahoo.com.br

6 Departamento de Horticultura. Professor Doutor da Faculdade de Ciências Agrônômicas. E-mail: ismaeldh@fca.unesp.br

1 RESUMO

O manejo adequado da adubação se tornou uma importante estratégia para o desenvolvimento de uma agricultura mais produtiva e sustentável. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses de potássio aplicado em cobertura e épocas de colheita nos teores de macronutrientes em raízes tuberosas de batata-doce. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP de Botucatu-SP. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com 8 tratamentos no esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro doses de potássio aplicadas em cobertura (0, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹); duas épocas de colheita (120 e 150 dias após brotação das ramas) com cinco repetições. Foram utilizadas oito plantas úteis por parcela, da variedade Uruguaiana. A irrigação foi realizada por aspersão e a colheita realizada em 28/07/2014 e 28/08/2014. As raízes foram transportadas para o Departamento de Horticultura da FCA em Botucatu/SP. Para a obtenção dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) das raízes tuberosas de batata-doce foram amostradas seis raízes por parcela. Assim que coletadas, as amostras foram levadas ao Laboratório de Análise Química de Plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da UNESP/Botucatu. Após a remoção do excesso de água utilizada na lavagem, as amostras foram colocadas em saco

de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem massa constante. Posteriormente, com o uso de balança analítica, foi obtida a massa de material seco de cada planta. Em seguida, cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Wiley. A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando à determinação de N. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais nutrientes (P, K, Ca, Mg e S). Conforme aumentou as doses de potássio foi verificado ajuste linear decrescente para os teores de N, com redução de 4,23 g kg⁻¹ de matéria seca para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O, linear crescente para os teores de K com acréscimos de 11,77 g kg⁻¹ de matéria seca para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O e ajuste quadrático para o P com média de 1,42 g kg⁻¹ de matéria seca na dose máxima estimada de 88,28 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura. O potássio foi o macronutriente que apresentou os maiores teores. As épocas de colheita apenas influenciaram nos teores de K e Mg.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* L., nutrientes, dias após plantio, potássio

MACRONUTRIENT IN TUBEROUS ROOTS OF SWEET POTATO IN FERTILIZER POTASSIUM FUNCTION AND CROP TIMES

2 ABSTRACT

Proper fertilization management has become an important strategy for developing a more productive and sustainable agriculture. Thus, this study aimed to evaluate the effect of potassium doses in coverage and harvest seasons in macronutrient content in tuberous roots of sweet potato. The experiment was conducted at São Manuel Experimental Farm of the Faculty of Agricultural Sciences - UNESP, Botucatu. The experimental randomized block design was used with eight treatments in a factorial 4 x 2, with four potassium doses (0, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹); two crop seasons (120 and 150 days after sprouting of the branches) with five repetitions. Eight plants were used per plot, variety Uruguaiana. Irrigation was by spraying and harvesting held on 07.28.2014 and 08.28.2014. The roots were transported to the Department of Horticulture of FCA in Botucatu/SP. To obtain the nutrient content (N, P, K, Ca, Mg and S) of sweet potato tuberous roots were sampled six roots per plot. Once collected, the samples were brought to the chemical analysis laboratory plants in the Department of Soil and Environmental Resources UNESP/Botucatu. After removal of the excess water used for washing, the samples were placed in paper bags, identified and taken to dryness in a forced circulation air oven at 65 °C until constant mass. Subsequently, using an analytical balance it was obtained the mass of dry material from each plant. Then each

sample was by grinding in a Wiley mill. The sulfuric digestion was used to obtain the extract aiming at determining N. Nitric perchloric digestion was used to obtain extracts for determination of other nutrients (P, K, Ca, Mg and S). As the potassium dose was increased was observed decreasing linear fit to the N level, a reduction of 4.23 g kg⁻¹ of dry matter per 1 kg ha⁻¹ K₂O, increasing linear to the K with additions of 11.77 g kg⁻¹ of dry matter per 1 kg ha⁻¹ K₂O and quadratic fit for the Q mean of 1.42 g kg⁻¹ of dry matter of the estimated maximum dose of 88.28 kg ha⁻¹ K₂O cover. Potassium was the macronutrient that showed the highest levels. Crop times the only influence on K and Mg contents.

Keywords: *Ipomoea batatas* L., nutrients, days after planting, potassium

3 INTRODUÇÃO

A batata-doce é uma planta de grande importância econômico-social, participando na suplementação de calorias, vitaminas e minerais na alimentação humana. As raízes são ricas em K e apresentam teor de carboidratos variando entre 25 % e 30 %, dos quais 98 % são facilmente digeríveis (RESENDE, 1999; DAROS et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2006).

Dentre as regiões brasileiras produtoras de batata-doce, a região Sul destaca-se com produção anual de 250.013 t, o que corresponde a 48 % da produção nacional, sendo que o Rio Grande do Sul concentra 30 % desta produção. A região Nordeste é a segunda maior produtora do País (35 %), seguida pela região Sudeste (16 %), com uma produção anual de 119.414 t.

O Estado de São Paulo é o quinto colocado no ranking nacional com produção anual de 41.483 t, em uma área de 3.699,32 hectares e produtividade média de 11,21 t ha⁻¹ (ECHER, 2015). Apresenta boa resistência contra a seca e ampla adaptação, o que faz com que seja cultivada em praticamente todos os estados brasileiros (OLIVEIRA et al., 2006).

Na literatura é descrito que o potássio é o segundo macronutriente mais requerido pelas plantas, sendo este o macronutriente mais extraído para a maioria das espécies olerícolas (MARSCHNER, 1995). Este nutriente é vital para a fotossíntese, e, quando em deficiência, provoca redução da taxa fotossintética e aumento na respiração, resultando na diminuição do acúmulo de carboidratos (NOVAIS et al., 2007); favorece a formação e translocação de carboidratos e o uso eficiente da água pela planta; e equilibra a aplicação de nitrogênio (FILGUEIRA, 2005).

O correto manejo da adubação na agricultura deve ser baseado em relação às doses, modos, épocas e fontes a serem utilizados, devendo considerar aspectos como a demanda da cultura, preço do fertilizante, e se tratando de potássio aspectos como o efeito

salino e perdas, principalmente por lixiviação que são extremamente expressivos em solos tropicais (NIEBES et al., 1993; YAMADA; ROBERTS, 2005).

Assim, estes manejos adequados da adubação se tornaram importantes estratégias para o desenvolvimento de uma agricultura mais produtiva e sustentável (FAGERIA; BALIGAR, 2005).

Para o Estado de São Paulo, são recomendadas, no plantio, doses de 40,0 -120,0 kg ha⁻¹ de K₂O, de acordo com a fertilidade do solo (PERESSIN; FELTRAN et al., 1997). Embora o potássio seja um importante nutriente para as hortaliças (FILGUEIRA, 2005), não existem estudos suficientes para se concluir se estas doses são as ideais, principalmente em cobertura.

Pesquisas destinadas à validação de recomendações de adubação são de fundamental importância, visando garantir aplicações de doses e épocas adequadas, evitando-se o excesso ou escassez de nutrientes e contribuindo para uma prática agrícola sustentável.

Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de doses de potássio em cobertura e épocas de colheita nos teores de macronutrientes em raízes tuberosas de batata-doce.

4 MATERIAL E MÉTODOS

As plantas foram cultivadas na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel-SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas - (UNESP), Campus de Botucatu-SP. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude sul, 48° 34' de longitude oeste e altitude de 740 m. A temperatura média anual é de 21 °C com precipitação pluvial anual em torno de 1445 mm (CUNHA; MARTINS, 2009). O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2006).

Os resultados obtidos na análise química, na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento foram: pH_(CaCl2): 5,6; M.O.: 9 g dm⁻³; P resina: 88 mg dm⁻³; H+Al: 18 mmolc dm⁻³; K: 2,0 mmolc dm⁻³; Ca: 33 mmolc dm⁻³; Mg: 10 mmolc dm⁻³; SB: 45 mmolc dm⁻³; CTC: 63 mmolc dm⁻³ e V: 71 %. Assim, baseado nas recomendações de Peressin e Feltran et al. (1997), foram aplicados na adubação de plantio 20 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com 8 tratamentos no esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro doses de potássio aplicadas em cobertura (0, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹); duas épocas de colheita (120 e 150 dias após brotação das ramas) com cinco repetições. Foram oito plantas úteis por parcela, sendo composta por três leiras com dez plantas cada, sendo as duas leiras laterais consideradas como bordadura.

Foi utilizada a variedade Uruguaiana por ser uma das cultivares mais plantadas no estado de São Paulo. A irrigação utilizada foi a aspersão e o controle de plantas daninhas deu-se por meio da capina manual. Não houve a necessidade de controle de pragas e doenças por estar abaixo do nível de dano econômico.

A colheita foi realizada em 28/07/2014 e 28/08/2014 e as raízes foram transportadas para o departamento de Horticultura da FCA em Botucatu. Para a obtenção dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) das raízes tuberosas de batata-doce foram amostradas seis raízes por parcela. Assim que coletadas, as amostras foram levadas ao Laboratório de análise química de plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da UNESP/Botucatu. Após a remoção do excesso de água utilizada na lavagem, as amostras foram colocadas em saco de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem massa constante, conforme Malavolta et al. (1997). Posteriormente, com o uso da balança analítica, foi obtida a massa de material seco de cada planta.

Em seguida, cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Wiley. A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando à determinação de N. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais nutrientes (P, K, Ca, Mg e S), conforme metodologias apresentadas por Malavolta et al. (1997). A partir das análises químicas foram obtidos os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em g kg⁻¹.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, para o efeito significativo das doses de potássio aplicadas, de acordo com o teste F, foi realizada a análise de regressão utilizando o programa estatístico Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às épocas de colheita das raízes tuberosas foi observada diferença estatística apenas para os teores de K e Mg (Tabela 1). Para os demais nutrientes não houve diferença entre as épocas de colheita.

Tabela 1. Teores de macronutrientes (g kg⁻¹) nas raízes tuberosas de batata-doce em função das épocas de colheita. UNESP/FCA. 2014.

Época de colheita (dias)	N	P	K (g kg ⁻¹)	Ca	Mg	S
120	3,58 a	1,32 a	13,16 a	1,66 a	0,60 b	1,06 a
150	3,91 a	1,39 a	12,16 b	1,83 a	0,70 a	1,04 a
CV (%)	18,05	11,40	6,70	20,20	12,54	6,17

CV= coeficiente de variação

No caso do potássio, os maiores teores foram observados aos 120 dias após o plantio das ramas. Por se tratar de um nutriente com facilidade de lixiviação, provavelmente, a menor disponibilidade deste nutriente ao longo do tempo influenciou em menores teores nas raízes tuberosas aos 150 dias, considerando que durante todo o ciclo da cultura foi utilizada a irrigação por aspersão, em solo arenoso, o que contribui ainda mais para o processo de lixiviação.

Os menores teores de Mg aos 120 dias podem ser devido a existência de equilíbrio eletroquímico das células, onde maiores disponibilidades de K podem afetar a absorção e a disponibilidade fisiológica de Mg^{2+} (BÜLL et al., 2001).

Em relação às doses de potássio aplicadas em cobertura não foi observada diferença estatística para o Ca, Mg e S com valores médios de 1,75; 0,65 e 1,05 g kg^{-1} de matéria seca, respectivamente. Já para os teores de nitrogênio foi observado ajuste linear decrescente da equação, sendo que para cada 1 kg ha^{-1} de K_2O aplicado foi observado uma redução de 4,23 g de nitrogênio (Figura 1).

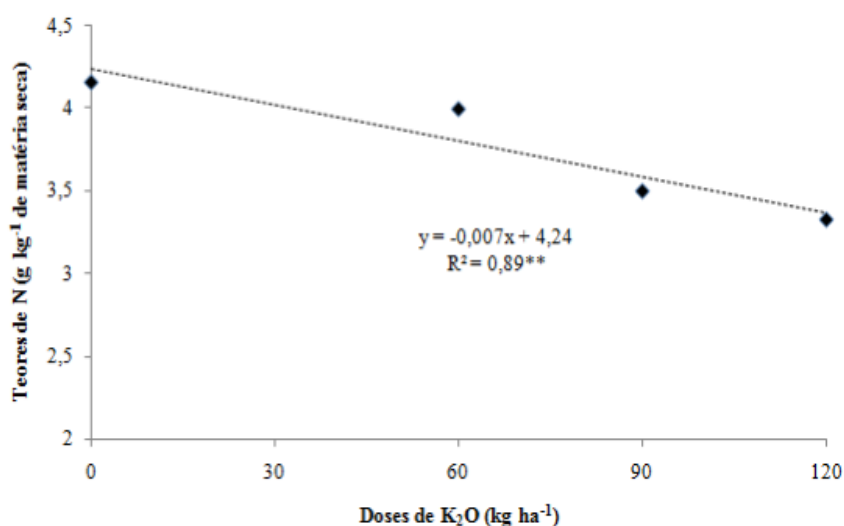


Figura 1. Teores de nitrogênio nas raízes tuberosas de batata-doce em função da adubação potássica. UNESP/FCA. 2014.

O K está envolvido na absorção de NO_3^- , que é a forma predominante de N no solo, mediante dois processos: no primeiro, o K é co-transportador no xilema, sendo um cátion acompanhante do NO_3^- (BLEVINS, 1985); além disso, pelo fato do NO_3^- ser absorvido pelas raízes via processo ativo, a absorção deste ânion pode ser afetada pela influência do K na translocação de fotoassimilados necessários para o processo ativo (ASHLEY; GOODSON, 1972; STREETER; BARTA, 1984).

Para o P foi observado ajuste quadrático da equação com média de $1,42 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca na dose máxima estimada de $88,28 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O aplicado em cobertura (Figura 2).

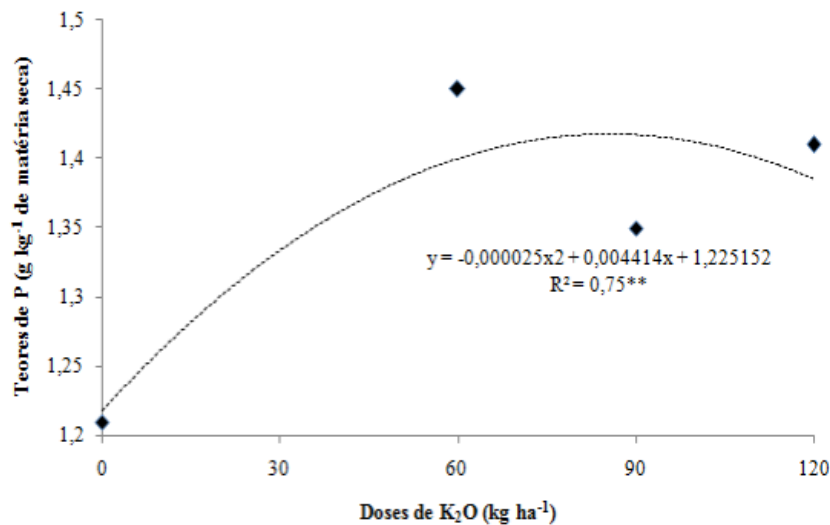


Figura 2. Teores de fósforo nas raízes tuberosas de batata-doce em função da adubação potássica. UNESP/FCA. 2014.

Foi observado aumento linear para os teores de potássio nas raízes tuberosas de batata-doce, sem, no entanto, diferir em relação a época de colheita (Figura 3). Estes resultados demonstram a ocorrência do consumo de luxo nas raízes, ocasionado por extrações desnecessárias de potássio pelas plantas, conforme descreveu Brady (1989). Assim, quanto maior o teor de potássio solúvel no solo, maior o teor deste elemento nas raízes.

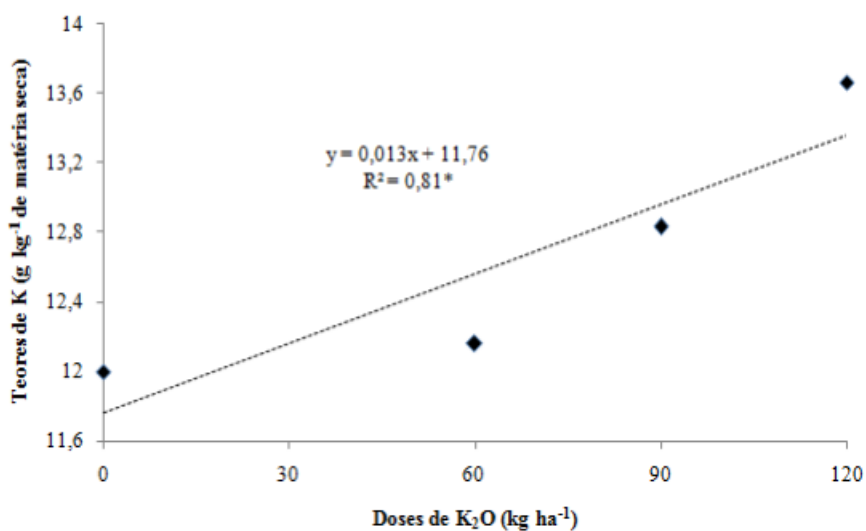


Figura 3. Teores de potássio nas raízes tuberosas de batata-doce em função da adubação potássica. UNESP/FCA. 2014.

Assim, a ordem decrescente dos teores de macronutrientes nas raízes de batata-doce foram K>N>Ca>P>S>Mg. A habilidade de uma planta para obter quantidades suficientes de um nutriente para o seu crescimento e desenvolvimento, pode depender não apenas do teor ou da forma disponível deste no solo, mas também de outros fatores que possam alterar sua absorção (MARSCHENER, 1995).

6 CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que o K é o nutriente encontrado em maior quantidade nas raízes tuberosas de batata-doce. A adubação potássica influenciou os teores de N, P e K, sem, no entanto, influenciar nos teores de Ca, Mg e S. A época de colheita apresentou pouca influência nos teores de macronutrientes.

7 REFERÊNCIAS

ASHLEY, D. A.; GOODSON, R. D. Effect of time and plant K status on ¹⁴C-labeled photosynthate movement in cotton. **Crop Science**, v. 12, n. 5, p. 686-690, 1972.

BLEVINS, D. G. Role of potassium in protein metabolism in plants. In: MUNSON, R. D. (Ed.). **Potassium in Agriculture**. Madison: American Society of Agronomy. p.131-162, 1985.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.

BÜLL, L. T. et al. Fertilização potássica na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 157-163, 2001.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11. 1, 2009. CD-ROM.

DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Adaptabilidade e estabilidade de produção de *Ipomoea batatas* L. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 911-917, 2000.

ECHER, F. R. **Nutrição e adubação da batata-doce**. Presidente Prudente: Universidade do Oeste Paulista, 2015. 94 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, DF: EMBRAPA. 2006. 306 p.

FAGERIA, N. K; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advance in Agronomy**. v. 88, p. 97-185, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

NIEBES, J. F. et al. Release of non exchange able potassium from different size fractions of two highly K-fertilized soils in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* cv. Drakkar). **Plant and Soil**, Dortrecht, v. 155/156, n. 1, p. 403-406, 1993.

NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

OLIVEIRA, A. P. et al. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 279-282. 2006.

PERESSIN, V. A; FELTRAN, J. C. In: AGUIAR, A.T E. et al. (editores). Boletim 200. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: IAC, 2014. p. 59-61.

RESENDE, G. M. et al. Características produtivas de cultivares de batata-doce sob condições irrigadas e de sequeiro na região norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 151-154, 1999.

STREETER, J. G.; BARTA, A. L. Nitrogen and Minerals. In: TESAR, M. B. (Ed.). **Physiological basis of crop growth and development**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p. 175-200.