

Qualidade físico-química de frutos de morangueiro em função da adubação potássica

MARODIN J. C.¹; RESENDE, J. T. V. De²; MORALES, R. G. F.¹; CAMARGO, C. K.³;
CAMARGO L. K. P.⁴; PAVINATO, P. S.⁵

¹Doutorando em Fitotecnia. Universidade Federal de Lavras – UFLA. e-mail: josuemarodin@hotmail.com; moralescefet@yahoo.com.br.

²Professor Adjunto do Departamento de Agronomia. Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. e-mail: jresende@unicentro.br

³Mestre em Fitotecnia. Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Departamento de Agronomia, Rua Simeão Varela de Sá, 03, 85040-080, Guarapuava, PR. e-mail: kopanski1976@hotmail.com

⁴Doutoranda em Fitotecnia. Universidade Federal do Paraná – UFPR. email: leti_kpc@yahoo.com.br

⁵Professor da área de Ciência do Solo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Dois Vizinhos. e-mail: pavinato@utfpr.edu.br

RESUMO

A melhoria das características do morango é uma forma de garantir melhor aceitação pelo mercado consumidor e melhor rendimento no processamento e industrialização. Nesse contexto, a nutrição e adubação do morangueiro são fatores importantes a serem considerados para melhorar a produtividade, conservação pós-colheita e propriedades físico-químicas do fruto. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas de frutos de duas cultivares de morangueiro, em função da adubação com diferentes doses de fertilizante potássico. Os tratamentos foram quatro doses de K₂O (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹) e duas cultivares de morangueiro (Camarosa e Sweet Charlie) produzidas em cultivo protegido. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com 3 repetições. Foram avaliados os teores de sólidos solúveis, pH, massa seca e acidez titulável nos frutos. Para as análises foram amostrados 20 frutos de cada parcela, colhidos e armazenados a baixas temperaturas (-5 °C). Os maiores teores de massa seca nos frutos de morango da cultivar Camarosa foram obtidos na dosagem de 332,5 kg ha⁻¹ de K₂O. A cultivar Sweet Charlie respondeu com maior acúmulo de massa seca e maiores teores de sólidos solúveis até a dose de 479 kg ha⁻¹. Conforme esses resultados, doses de fertilizante potássico entre 300 e 500 kg ha⁻¹ são consideradas ideais para a qualidade dos frutos do morangueiro.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, adubação, potássio.

ABSTRACT

Quality of strawberry fruits as a function of potassium fertilization

The improvement of the strawberry characteristics is a way of ensuring better acceptance by the consumer market and better yield during processing and industrialization. In this context, nutrition and fertilization of strawberry plants are important factors to consider for improving productivity, post-harvest conservation and physicochemical properties of the fruit. This research aimed to examine the physicochemical characteristics of fruits of two strawberry cultivars as a result of fertilization with different rates of potassium fertilizer. The treatments consisted of four rates of K₂O (0, 200, 400 and 600 kg ha⁻¹) and two

strawberry cultivars (Camarosa and Sweet Charlie) grown in greenhouse. The experimental design was a 4X2 factorial in a randomized block design, with 3 replicates. The fruits were examined considering total soluble solids, pH, dry matter and titratable acidity. For the analysis, 20 fruits each plot were harvested and stored at low temperature (-5°C). The highest dry matter in the fruits of Camarosa were obtained with 332,5 kg ha⁻¹ of K₂O. The Sweet Charlie strawberry plant showed higher dry matter accumulation and higher contents of soluble solids up to the rate of 479 kg ha⁻¹. Considering these results, rates of potassium fertilizer between 300 and 500 kg ha⁻¹ could be considered the best for strawberry fruit quality.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, soil fertilization, potassium.

INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro tem se destacado nos últimos anos como uma das principais hortaliças-fruto cultivadas e consumidas no Brasil e também em outros países, em resposta à crescente demanda deste produto nos mercados locais (ANTUNES et al., 2007; FILGUEIRA, 2005).

Melhores características físico-químicas do morango garantem a aceitação pelo mercado consumidor e aumenta o rendimento no processamento e industrialização. Nesse sentido, a nutrição e adubação do morangueiro, aliada a utilização de técnicas de processamento, têm sido importantes fatores levados em consideração para melhorar a produtividade, conservação pós-colheita e as propriedades físico-químicas do fruto (ALMEIDA et al., 1999).

Dentre os nutrientes mais utilizados pelo morangueiro destaca-se o potássio, o qual tem sido considerado o "elemento da qualidade" em nutrição de plantas (MALAVOLTA et al., 1997; ZEHLER et al., 1986), por melhorar as características físico-químicas e propiciar incremento na produção. O potássio é essencial na nutrição de todas as plantas, sendo o cátion mais importante nos processos fisiológicos, não somente pela sua concentração nos tecidos vegetais, mas também pelas funções bioquímicas exercidas, como o uso eficiente da água, em consequência do controle da abertura e fechamento dos estômatos e maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos das plantas (KERBAUY, 2004; MALAVOLTA et al., 1997). Também exerce participação no processo de regulação do potencial osmótico das células, na ativação de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, na translocação de carboidratos, na resistência à salinidade, geada, seca, doenças e acamamento, conferindo qualidade aos produtos (TAIZ & ZEIGER, 2004; MARSCHNER, 1995). Além disso, é absorvido em grande quantidade e permanece móvel nas plantas, na forma do íon K⁺.

O potássio ocasiona aumento na resistência natural da parte aérea das hortaliças às doenças fúngicas, às pragas, ao acamamento, além de contrabalancear o efeito contrário causado pelo excesso de nitrogênio. No entanto, o excesso de potássio desequilibra a nutrição das hortaliças, dificultando a absorção de cálcio e magnésio (FAQUIN, 2001; PERRENOUD, 1977). O potássio também é requerido para a síntese protéica e sua deficiência, reduz esta síntese diminuindo o acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, como aminoácidos, amidas e nitrato (FAQUIN, 2001). Assim, o adequado aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados depende, também, de um eficiente suprimento de potássio às plantas.

O requerimento de potássio para o ótimo desenvolvimento de plantas situa-se em aproximadamente 2 a 5% da massa seca, variando em função da espécie, da cultivar e do órgão analisado (MARSCHNER, 1995). Ele também é o segundo nutriente mais exigido pelas plantas em termos de quantidade, perdendo apenas para o nitrogênio. Plantas produtoras de amido, açúcar e fibras parecem ser particularmente ainda mais exigentes em potássio, como é o caso do morangueiro (FAQUIN, 2001). O uso de altas doses de fertilizante potássico tem contribuído para o aumento da concentração de suco no fruto, maior teor de sólidos solúveis totais, elevando com isso a produtividade e a massa média de frutos (LIN et al., 2004; CARVALHO et al., 1999). A recomendação de adubação para o morangueiro no Brasil varia de região para região, com grande variação entre as doses mínimas e máximas. De modo geral, recomenda-se a aplicação de 100 a 400 kg ha⁻¹ de K₂O, levando em consideração a concentração de K disponível no solo (FILGUEIRA, 2005; SANTO, 2003; GRASSI FILHO et al., 1999; RONQUE, 1998; RAIJ et al., 1996).

Entre os fatores de produção da cultura do morangueiro, a nutrição mineral e a adubação destacam-se como os menos estudados no Brasil, apesar de serem incluídos entre os mais importantes para melhorar a produtividade e também a qualidade final dos frutos (FERREIRA et al., 1993).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas de duas cultivares de morangueiro, em função da adubação com doses de fertilizante potássico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob túneis baixos, no Setor de Olericultura da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava-PR. O solo utilizado para cultivo é classificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 1999), e as características regionais de clima se encaixam na classe Cfb mesotérmico úmido na classificação de Koeppen. A análise química do solo apresentou os seguintes valores: Al: 0,015 cmol_c dm⁻³; Ca: 3,2 cmol_c dm⁻³; Mg: 2,8 cmol_c dm⁻³; K: 0,29 cmol_c dm⁻³ e pH em CaCl₂: 5,6.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2, sendo quatro doses de K₂O (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹) e duas cultivares (Camarosa e Sweet Charlie) com três repetições.

As parcelas experimentais foram de 2,5 m², contendo 25 plantas, sendo a área útil da parcela de 1,5 m² (15 plantas), dispostas em canteiros de 0,2 m de altura e 1,0 m de largura, com espaçamento de 0,30 m x 0,30 m. Os canteiros foram cobertos com filme de polietileno preto (mulching), com espessura de 30 µm e o sistema de irrigação adotado foi por gotejamento, utilizando-se tubos gotejadores de polietileno flexível espaçados de 0,30 m. A estrutura do ambiente protegido foi constituída de arcos de policloreto de vinila (PVC), na largura do canteiro e altura máxima de 0,80 m, cobertos com filme de polietileno transparente de baixa densidade com espessura de 150 µm.

No momento do plantio das mudas no canteiro, foram aplicados 10 kg ha⁻¹ de N, 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O para os tratamentos com potássio, conforme recomendação descrita por Ronque (1998). O complemento das doses de potássio foi realizado com aplicações em cobertura, na forma de sulfato de potássio, parceladas em três vezes, juntamente com 30 kg ha⁻¹ de N (uréia) em cada cobertura.

Para as análises físico-química foram colhidos 20 frutos de cada parcela totalmente maduros. Em cada uma das 22 colheitas foram selecionados dois frutos de cada parcela

com aproximadamente 25 a 30 g e imediatamente congelados a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. No momento da avaliação de qualidade dos frutos, os mesmos foram triturados e submetidos às análises de sólidos solúveis, pH, massa seca e acidez titulável, no Laboratório de Análise de Alimentos da UNICENTRO.

Uma amostra dos frutos triturados teve seu pH determinado pela leitura direta em potenciômetro. Para a determinação da massa seca, uma amostra de aproximadamente 3,0 g foi acondicionada em cadinhos devidamente identificados e colocados em estufa a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, sendo pesadas novamente após atingir peso constante. Os valores obtidos foram transformados em porcentagem de matéria seca. Para a determinação dos teores de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{brix}$) do morango realizou-se leitura direta em refratômetro de bancada. Para a determinação da acidez titulável foram pesadas 10 g da amostra e adicionados 90 mL de água destilada, sendo esta solução titulada com solução padronizada de NaOH $0,1\text{ mol L}^{-1}$. Na determinação do ponto de viragem foi utilizado potenciômetro até que se atingisse o valor 8,1, que consiste no ponto de viragem da fenolftaleína (AOAC, 1990).

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância e posteriormente a regressão com o software Sisvar (FERREIRA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento na dose de K_2O contribuiu significativamente para o incremento na acidez titulável total de frutos de morango para as duas cultivares avaliadas, ajustando a equação a um modelo linear para Camarosa e quadrático para Sweet Charlie (Figura 1).

Estes resultados corroboram com resultados encontrados por Fortaleza et al. (2005) em trabalho desenvolvido com frutos de maracujazeiro e também por Hunsche et al. (2003), Jaeger e Putter (1999), Nielsen et al. (1998), em frutos de macieira. Segundo esses autores, e conforme constatado nos dados apresentados, o aumento da dose de K_2O promove acúmulo de substâncias promotoras de acidez, o que poderia estar associado ao incremento no teor de ácidos orgânicos presentes nos frutos, os quais são dependentes do equilíbrio nutricional da planta. Segundo Faquin (2001), o potássio é requerido para a síntese protéica em plantas que, quando deficientes nesse nutriente, apresentam menor acúmulo de compostos nitrogenados. Porém o excesso de potássio ocasiona um desequilíbrio na nutrição das mesmas, dificultando a absorção de cálcio e magnésio, e conseqüentemente afetando todo o metabolismo.

Em relação ao acúmulo de massa seca nos frutos, observou-se um comportamento diferenciado entre as cultivares avaliadas. A cultivar Camarosa atingiu pico máximo de acúmulo de massa seca na dose de $332,5\text{ kg ha}^{-1}$, com acúmulo de 13,3 g (Figura 1). Na cultivar Sweet Charlie observou-se que o acúmulo de massa seca no fruto aumentou com o incremento da dose de K_2O , com maiores valores observados na dose 479 kg ha^{-1} (Figura 1).

Estes resultados de massa seca de frutos mostram que as plantas não respondem em produtividade indefinidamente com a aplicação de doses crescentes de nutrientes, a qual dependerá de um balanço interno dos nutrientes, envolvendo também processos fisiológicos de incorporação dos nutrientes na massa seca. Informações de literatura sugerem que quando o potássio é fornecido em abundância ocorre um “consumo de luxo”, ocasionando desbalanço nutricional, o que pode interferir na absorção de outros nutrientes, como nitrogênio, cálcio e magnésio que competem pelo mesmo sítio de absorção do potássio na planta (TAIZ & ZEIGER, 2004; KERBAUY, 2004; MARSCHNER, 1995).

Sabe-se também que o cálcio e o nitrogênio correlacionam-se diretamente pelas vias metabólicas de síntese de compostos como carboidratos e proteínas, que são constituintes principais da massa seca (TAIZ & ZEIGER, 2004; KERBAUY, 2004).

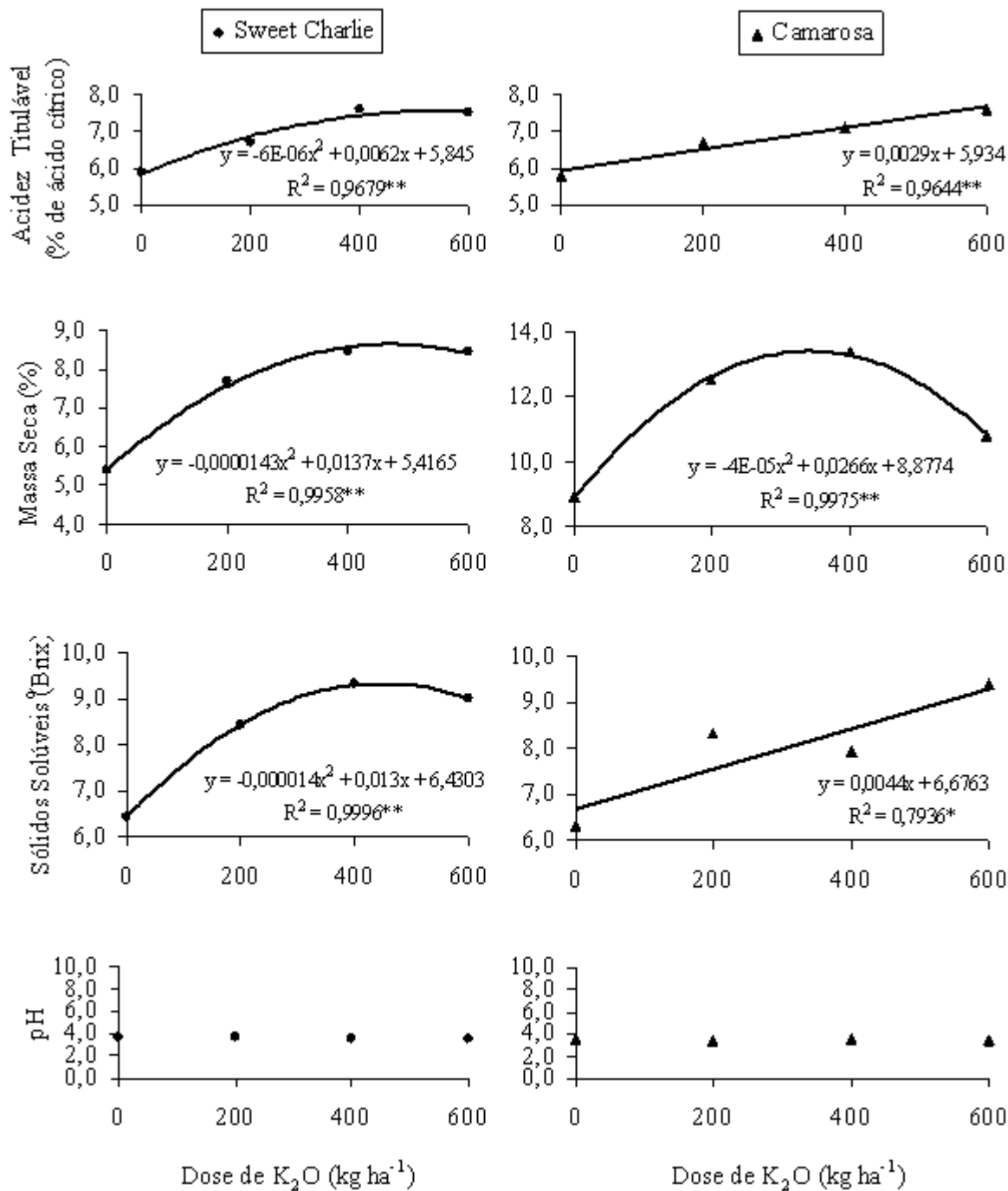


Figura 1. Valores de acidez titulável (x10 % de ác. cítrico), pH, sólidos solúveis (°brix) e massa seca (%) de frutos de duas cultivares de morangueiro (Sweet Charlie e Camarosa) em função de doses crescentes de potássio. Guarapuava, Unicentro, 2009. **Significativo a 1 % de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade.

Para os teores de sólidos solúveis (°brix) observou-se que para a cultivar Camarosa houve aumento considerável em função da utilização do potássio até a dose de 600 kg de

K_2O ha^{-1} (Figura 1). Contudo, para a cultivar Sweet Charlie, a dose de $464\text{ kg }ha^{-1}$ foi a mais efetiva em acrescentar sólidos solúveis nos frutos de morangueiro. De acordo com Grassi Filho et al. (1999), Ronque (1998) e Ferreira et al. (1993), este resultado poderia ser explicado pela variabilidade genética divergente entre as cultivares, a qual poderia ter contribuído tanto para a absorção do potássio como para a variação na resposta da qualidade dos frutos dos genótipos avaliados.

Os valores de pH dos frutos de ambas as cultivares não sofreram alterações significativas em função das doses de potássio, podendo-se inferir que a adubação potássica não teria influência no pH dos frutos. Resultados similares foram obtidos por Fortaleza et al. (2005) em frutos de maracujazeiro amarelo.

Conforme os resultados obtidos, a adubação potássica ideal para as características pós-colheita dos frutos do morangueiro é em torno de 300 a $500\text{ kg }ha^{-1}$ de K_2O , a qual estaria de acordo com recomendações de vários autores (SANTOS e MEDEIROS, 2003; FILGUEIRA, 2005; GRASSI FILHO et al., 1999; RONQUE, 1998; RAIJ et al., 1996). Cabe ressaltar que diversos fatores, tanto bióticos como abióticos, interferem na absorção e metabolismo dos nutrientes, bem como na resposta fisiológica da planta a cada um dos nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 2004).

CONCLUSÕES

O aumento na dose de potássio até $400\text{ kg }ha^{-1}$ contribuiu significativamente para a melhoria dos atributos massa seca, acidez titulável total e teor de sólidos solúveis em frutos de morangueiro.

As duas cultivares avaliadas responderam diferentemente em função das doses aplicadas para as características massa seca e sólido solúveis, mostrando que há variação genética e, com isso, diferença na resposta das cultivares ao potássio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. E. M.de; MARTIN, Z. J. de; MAKIYAMA, P. A. A. Industrialização do morango. **Informe Agropecuário**, Minas Gerais, v.20, n.198, p.84-88, maio/jun. 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15 ed. Washington, 1990.

ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J. D.; CALEGARIO, F. F.; COSTA, H.; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. In: Morango: conquistando novas fronteiras. **Informe Agropecuário**: Belo Horizonte, v.28, n.236, p.34-39, jan./fev. 2007.

CARVALHO, A. J. C. de; MARTINS, D. P.; MONERATH, P. H.; BERNARDO, S. Produtividade e qualidade do maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.21, n.3, p.333-337, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Embrapa, 1999. 412p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/Faepe, 2001. 182p.

FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 487p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0**. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Software estatístico).

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2005. 402 p.

FORTALEZA, J. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.124-127, abr. 2005.

GRASSI-FILHO, H.; SANTOS, C. H.; CRESTE, J.E. Nutrição e Adubação do Morangueiro. **Informe Agropecuário**: Belo Horizonte, v.20, n.198, p.36-42, 1999.

HUNSCHE, M.; BRACKMANN; EMANI, P. R. Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.489-496, 2003.

JAEGER, A.; PUTTER, H. Preharvest factors and postharvest quality decline of apples. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.485, p.103-110, 1999.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

LIN, D.; HUANG, D.; WANG, S. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. **Scientia Horticulturae**, v.102, p.53-60, 2004.

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

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. Second Edition. London, Academic Press, 1995. 889p.

NIELSEN, G. H.; PARCHORNCHUK, P.; MEHERIUK, M.; NEILSEN, D. Development and correction of K deficiency in drip irrigated apple. **HortScience**, Alexandria, v.33 n.2, p.258-261, 1998.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. Bern: International Potash Institute, 1977. 218p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo** (2 ed.). Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. 285p.

RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro**: revisão e prática. Curitiba: EMATER-Paraná, 1998. 206p.

SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A.R.M. (Ed.) **Morango**: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Brasília: Informação Tecnológica, 2003. p. 24-30. (Frutas do Brasil, 40).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Artmed, 2004. 719p.

ZEHLER, E.; KREIPE, H.; GETHING, P. A. **Sulfato de potássio e Cloreto de potássio**: sua influência na produção e na qualidade das plantas cultivadas. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 11 p.