

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz

Nutrição e produção de rosas de corte, cultivares “Vegas” e “Tineke”

Adna Viana Dutra

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Agronomia.
Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas

Piracicaba
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Adna Viana Dutra
Engenheiro Agrônomo

Nutrição e produção de rosas de corte, cultivares “Vegas” e “Tineke”

Orientador:
Prof. Dr. **QUIRINO AUGUSTO DE CAMARGO CARMELLO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Agronomia.
Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas

**Piracicaba
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Dutra, Adna Viana
Nutrição e produção de rosas de corte, cultivares "Vegas" e "Tineke" / Adna Viana
Dutra. - - Piracicaba, 2009.
94p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.
Bibliografia.

1. Nutrição vegetal 2. Rosa - Produção I. Título

635.933372

CDD

D978r

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

OFEREÇO

A Deus,
Pela sabedoria no conhecimento, força e serenidade,
em todos os momentos da minha vida.

DEDICO

Aos meus pais, **Maria Neuma** e **Pedro Teodomiro**, que me ensinaram o caminho que devo andar.

Aos meus irmãos, Argélia, Cristina Helena (*in memoriam*), Eridan, Natã, Noádia, Samuel, Jobede e Joquebede, pela oportunidade de vivenciar o amor incondicional, confiança e companheirismo e, por sobrinho(a)s maravilhosos.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Quirino Augusto de Camargo Carmello pela orientação, confiança, paciência e contribuição à minha qualificação profissional.

Ao Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) pela oportunidade de cursar o doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC pela liberação para o doutoramento.

À Fazenda Maeda Flores, na pessoa do Eng. Agr. Ademar Maeda, pela concessão da propriedade e de mudas, imprescindíveis para o experimento.

À Primeira Igreja Batista de Piracicaba pelas mensagens de fé, sabedoria e pelos abraços de verdadeiros irmãos.

Aos professores do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, pelo apoio durante o curso. Ao professor Ricardo Ferraz de Oliveira pelos ensinamentos em fisiologia vegetal.

Às funcionárias do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da ESALQ-USP, Edinéia C. S. Mondoni, Lúcia H. S. P. Forti, Lurdes A. D. Gonzáles, Nivanda M de Moura e Sueli M. A. C. Bovi, pelo convívio e apoio durante as atividades laboratoriais.

Aos colegas de Pós-graduação Adriana G. Artur, André Reis, Cristiane P. Silveira, Daniel Manfredini, Daniela A. Oliveira, Edna M. Bonfim, Elisangela Dupas, Fabiano D. De Bona, Gilberto Nava, Glaucia R. Anti, Guilherme A. C. Gomes, Jackson L. Lange, José Olímpio de S. Júnior, Karina Batista, Magnus D. Deon, Marcio M. Megda, Roberta C. Nogueirol, Stoécio Malta e Thiago B. Garcez, pela ajuda e companheirismo durante todo o curso.

Às amigas Eloise M. Viana, Herdjânia Lima e à prima Nadja Gleuca, por compartilhar momentos importantes e pelos incentivos.

Aos estagiários Renan e Thiago (ESALQ/USP) pela ajuda e companhia durante o experimento.

À família Valentin de Piracicaba/SP, pelo carinho e aconchego de um lar. Dona Tereza e Luiza, obrigada em nome de minha família.

"Bem-aventurado o homem que tem seu prazer na lei do Senhor, e na sua lei medita dia e noite. Pois será como a árvore plantada junto às correntes de águas, a qual dá o seu fruto na estação própria, e cuja folha não cai; e tudo quanto fizer PROSPERARÁ". Salmo 1.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO..... | 8 |
| ABSTRACT..... | 9 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 10 |
| LISTA DE TABELAS..... | 12 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 14 |
| Referência..... | 16 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 17 |
| 2.1 A cultura da rosa..... | 17 |
| 2.2 Nutrição e adubação..... | 18 |
| 2.3 Omissão de nutrientes..... | 22 |
| Referências..... | 26 |
| 3 ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR ROSAS DE CORTE CULTIVARES “Vegas” e “Tineke”..... | 30 |
| Resumo..... | 30 |
| Abstract..... | 30 |
| 3.1 Introdução..... | 31 |
| 3.2 Material e Métodos..... | 33 |
| 3.3 Resultados e Discussão..... | 36 |
| 3.3.1 Análise de terra..... | 36 |
| 3.2 Produção de material seco..... | 37 |
| 3.3.3 Concentração e acúmulo de nutrientes..... | 41 |
| 3.3.4 Exportação de nutrientes..... | 52 |
| 3.4 Conclusões..... | 53 |
| Referências..... | 53 |

| | |
|---|----|
| 4 DIAGNOSE DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM ROSAS DE CORTE | |
| CULTIVAR “Vegas”..... | 57 |
| Resumo..... | 57 |
| Abstract..... | 57 |
| 4.1 Introdução..... | 58 |
| 4.2 Material e Métodos..... | 59 |
| 4.3 Resultados e Discussão..... | 64 |
| 4.3.1 Sintomas de deficiência..... | 64 |
| 4.3.1.1 Omissão de nitrogênio..... | 65 |
| 4.3.1.1 Omissão de fósforo..... | 66 |
| 4.3.1.1 Omissão de potássio..... | 66 |
| 4.3.1.1 Omissão de cálcio..... | 68 |
| 4.3.1.1 Omissão de magnésio..... | 69 |
| 4.3.1.1 Omissão de enxofre..... | 70 |
| 4.3.1.1 Omissão de boro..... | 71 |
| 4.3.1.1 Omissão de ferro..... | 71 |
| 4.3.1.1 Omissão de manganês..... | 72 |
| 4.3.1.1 Omissão de cobre..... | 73 |
| 4.3.1.1 Omissão de zinco..... | 73 |
| 4.3.2 Produção de material seco..... | 75 |
| 4.3.3 Concentração e acúmulo de nutrientes..... | 79 |
| 4.4 Conclusões..... | 91 |
| Referências..... | 91 |
| 5 CONCLUSÕES GERAIS..... | 94 |

RESUMO

Nutrição e produção de rosas de corte, cultivares “Vegas” e “Tineke”

A floricultura no Brasil, que inclui flores e plantas ornamentais, vem gradualmente crescendo como atividade econômica. Considerando a carência de informações sobre as exigências nutricionais de roseiras, nas condições de produção no Brasil, objetivou-se: a) determinar a curva de crescimento pelo acúmulo de matéria seca de plantas cultivadas em solo, em ambiente protegido; b) estudar a técnica de subtração de nutrientes, para o desenvolvimento e a caracterização dos sintomas de deficiência da cultura cultivada em solução nutritiva em casa de vegetação; e c) avaliar as concentrações e os acúmulos de nutrientes, durante os experimentos em solo e em solução nutritiva. Plantas de *Rosa* sp. cultivares “Vegas” e “Tineke”, foram avaliadas aos 60, 88, 116, 144, 172, 200, 228 e 256 dias após o transplante, em um delineamento inteiramente casualizado, no período de novembro de 2005 a setembro de 2006. Plantas do cultivar “Vegas”, foram cultivadas, em casa de vegetação, com solução nutritiva completa e solução com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, em delineamento inteiramente casualizado, no período de agosto a novembro de 2007. A produção de material seco da parte aérea foi crescente durante o período analisado para os cultivares “Vegas” e “Tineke”. As plantas do cultivar “Vegas” apresentaram uma demanda crescente dos macronutrientes e um acúmulo máximo de B, Cu, Fe, Mn e Zn entre 166 e 230 dias após o transplante. O cultivar “Tineke” apresentou uma demanda crescente por N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Os sintomas de deficiência nutricional foram caracterizados, de acordo com os sintomas típicos para a maioria das culturas, exceto para o Cu e Mn. A omissão dos nutrientes afetou a produção de material seco das folhas velhas, folhas novas, caule, rosas e raízes. As concentrações dos nutrientes nas folhas velhas das plantas desenvolvidas em solução nutritiva completa foram: 20,79; 2,52; 22,83; 17,19; 3,30 e 1,37 g kg⁻¹, respectivamente, para N, P, K, Ca, Mg e S e, 148,64; 0,63; 151,40; 129,00 e 9,83 mg kg⁻¹ respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn. A ordem de importância dos nutrientes, representada pelo acúmulo nas folhas velhas, foi: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu e nas flores foi: N > K > P > Ca > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Palavras-chave: Rosas de corte; Curva de crescimento; Sintomas de deficiência; Nutrientes

ABSTRACT

Cut roses cultivar “Vegas” and “Tineke” nutrition and production

Considering the little information on roses mineral nutrition at production conditions in Brazil, this study objectives were: a) to determine plants dry matter accumulation curve, grown in soil under protected conditions; b) to study nutrient absence technique for the development and deficiency symptoms characterization of a culture grown on nutrient solution in greenhouse and c) to evaluate the contents and nutrients accumulations, during the soil and nutrient solution experiments. *Rosa* sp. cultivar “Vegas” and “Tineke” plants were collected and evaluated to the 60, 88, 116, 144, 172, 200, 228 and 256 days after transplanting in greenhouse condition, in a completely randomized design, from November of 2005 to September of 2006. Cultivar “Vegas” plants grown in greenhouse, with complete nutrient solution and solution with N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn omission, in a completely randomized design, from August to November of 2007. Aerial part dry matter production increased during the analyzed period to cultivar “Vegas” and “Tineke”. “Vegas” cultivar plants presented an increasing demand of the macronutrients and a maximum accumulation of B, Cu, Fe, Mn and Zn between 166 and 230 days after the transplanting. Cultivar “Tineke” presented an increasing demand for N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn. The nutrient deficiency symptoms were characterized in accordance with typical symptoms for the majority of cultures, except for the Cu and Mn. The nutrients omission affected dry matter production of old leaves, young leaves, stem, flowers and roots. The nutrient contents in the old leaves of plants grown in complete nutrient solution were: 20,79; 2,52; 22,83; 17,19; 3,30 and 1,37 g kg⁻¹, respectively, for N, P, K, Ca, Mg and S and, 148,64; 0,63; 151,40; 129,00 and 9,83 mg kg⁻¹, respectively, for B, Cu, Fe, Mn and Zn. The nutrients importance order, represented for old leaves accumulation were: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu and, in flowers were: N > K > P > Ca > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Keywords: Cut roses; Growth curve; Symptoms of deficiency; Nutrients

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Área experimental com o cultivar “Vegas” | 33 |
| Figura 2 - Área experimental com o cultivar “Tineke” | 34 |
| Figura 3 - Produção de material seco da parte aérea de roseiras, cultivar “Vegas”, em função dos dias após o transplântio..... | 38 |
| Figura 4 - Produção de material seco da parte aérea de roseiras, cultivar “Tineke”, em função dos dias após o transplântio..... | 39 |
| Figura 5 - Nitrogênio acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 45 |
| Figura 6 - Fósforo acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e Tineke”..... | 45 |
| Figura 7 - Potássio acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 46 |
| Figura 8 - Cálcio acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 46 |
| Figura 9 - Magnésio acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 47 |
| Figura 10 - Enxofre acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 48 |
| Figura 11 - Boro acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 48 |
| Figura 12 - Cobre acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 49 |
| Figura 13 - Ferro acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 49 |
| Figura 14 - Manganês acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 50 |
| Figura 15 - Zinco acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 50 |
| Figura 16 - Acúmulo de nutrientes nas rosas do cultivar “Vegas” e “Tineke”..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 17 - Experimento com subtração de nutrientes..... | 60 |
| Figura 18 - Temperaturas diárias máximas e mínimas na casa de vegetação..... | 61 |
| Figura 19 - Umidades relativas do ar diárias máximas e mínimas na casa de vegetação..... | 61 |
| Figura 20 - Preparo das mudas de roseiras para a aplicação dos tratamentos..... | 62 |
| Figura 21 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva completa sob casa de vegetação..... | 65 |
| Figura 22 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de nitrogênio..... | 65 |
| Figura 23 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de fósforo..... | 67 |
| Figura 24 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de potássio..... | 67 |
| Figura 25 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de cálcio..... | 69 |
| Figura 26 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de magnésio..... | 70 |
| Figura 27 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de enxofre..... | 70 |
| Figura 28 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de boro..... | 72 |
| Figura 29 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de ferro..... | 72 |
| Figura 30 - Roseira cultivada em solução nutritiva com omissão de manganês..... | 74 |
| Figura 31 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de cobre..... | 74 |
| Figura 32 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de zinco..... | 75 |
| Figura 33 - Produções médias de material seco das roseiras..... | 76 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Níveis de nutrientes em folhas de rosas (Vetanovetz, 1996)..... | 22 |
| Tabela 2 - Quantidade de nutriente aplicado por planta nas áreas com os cultivares “Vegas” e “Tineke”..... | 35 |
| Tabela 3 - Análise química da amostra de terra na área com o cultivar “Vegas” e “Tineke”..... | 37 |
| Tabela 4 - Produção média de material seco (g) de roseiras, cultivares “Vegas” e “Tineke”, em função dos dias após o transplântio (dat)..... | 40 |
| Tabela 5 - Médias das concentrações de macro e micronutrientes nas folhas de roseiras, cultivar “Vegas”, em função dos dias após o transplântio (dat)..... | 42 |
| Tabela 6 - Médias das concentrações de macro e micronutrientes nas folhas de roseiras cultivar “Tineke” em função dos dias após o transplântio (dat)..... | 42 |
| Tabela 7 - Exportação de nutrientes através da colheita de rosas cultivares “Vegas” e “Tineke” (média de 4 repetições)..... | 52 |
| Tabela 8 - Concentração (mL L ⁻¹) da solução estoque utilizada em cada tratamento..... | 63 |
| Tabela 9 - Produções médias de material seco nas diferentes partes da planta e da relação raízes/parte aérea cultivar “Vegas”..... | 78 |
| Tabela 10 - Médias das concentrações de macronutrientes nas folhas velhas e novas de roseiras, cultivar “Vegas”..... | 80 |
| Tabela 11 - Médias das concentrações de micronutrientes nas folhas velhas e novas de roseiras, cultivar “Vegas”..... | 81 |
| Tabela 12 - Médias do acúmulo de macronutrientes nas folhas velhas de roseiras cultivar “Vegas”..... | 83 |

| | |
|---|----|
| Tabela 13 - Médias do acúmulo de macronutrientes nas folhas novas de roseiras cultivar “Vegas” | 84 |
| Tabela 14 - Médias do acúmulo de micronutrientes nas folhas velhas de roseiras cultivar “Vegas” | 85 |
| Tabela 15 - Médias do acúmulo de micronutrientes nas folhas novas de roseiras cultivar “Vegas” | 86 |
| Tabela 16 - Médias da concentração de nutrientes nas flores do cultivar “Vegas” | 88 |
| Tabela 17 - Médias do acúmulo de macronutrientes nas flores do cultivar “Vegas” | 89 |
| Tabela 18 - Médias do acúmulo de micronutrientes nas flores do cultivar “Vegas” | 90 |

1 INTRODUÇÃO

A partir de meados dos anos 60, a floricultura no Brasil, que inclui flores e plantas ornamentais, vem gradualmente crescendo, como atividade econômica. Essa ascensão do setor é destacada pela participação competitiva no mercado internacional, com a exportação de produtos de floricultura de 10,82; 11,82; 25,14 e 35,27 milhões de dólares em 1997, 2000, 2004 e 2008, respectivamente (BRASIL, 2009).

Os países de destino das exportações brasileiras de plantas vivas e produtos da floricultura, representando 85% dos países consumidores, têm a Holanda em primeiro lugar, seguida pelos Estados Unidos, Itália e Japão, com respectivos percentuais de 49%, 22%, 9% e 5% (KIYUNA et al., 2004).

No Brasil, a área total cultivada com flores e plantas ornamentais é de 5.118 ha. O Estado de São Paulo detém 71,8% da área nacional de cultivo, seguido por Santa Catarina com 11,6% e Minas Gerais com 2,8% (AKI; PEROSA, 2002). O município de Atibaia com 437,6 ha (12% do total) representa a maior área do Estado com cultivo neste setor, em seguida aparecem os municípios de Holambra e Mogi das Cruzes, com áreas próximas a 7% do total estadual.

Quanto à espécie cultivada, as rosas representam cerca de 30% do mercado de flores de corte com uso de tecnologia e de modernização, ficando atrás apenas dos produtores de flores em vasos, que são os maiores demandadores e investidores na modernização (AKI; PEROSA, 2002), e entre as rosas, as de coloração vermelha detêm a maior fatia do mercado de rosas no Brasil, seguidas pelas rosas de coloração branca, champanhe, amarela e cor de rosa (PINTO, 1997).

A rápida disseminação da produção de flores e plantas ornamentais no Brasil deve levar em consideração que os consumidores desse setor são exigentes quanto à origem e qualidade do produto que adquirem no mercado (ANEFALOS; CAIXETA FILHO, 2005) o que revela a necessidade de adaptação às novas tecnologias.

A qualidade na produção de flores implica, entre outros fatores, a racionalização e uniformização do sistema de cultivo, a obtenção de um padrão de qualidade comum aos produtores, o apoio da pesquisa e a busca de novos conhecimentos técnicos sobre a cultura (MATSUNAGA et al., 1995).

Um dos fatores mais importantes relacionado ao desenvolvimento e qualidade das plantas é o fornecimento dos nutrientes. A maioria dos micronutrientes é constituinte de enzimas e assim são exigidos em quantidades pequenas. Por outro lado, os macronutrientes são constituintes de proteínas e ácidos nucleicos, ou age na manutenção da pressão osmótica. Essa diferença reflete na concentração média dos nutrientes na parte aérea necessária ao crescimento adequado das plantas. No entanto, esses valores podem variar consideravelmente entre as espécies, idade da planta e concentração dos outros nutrientes (MARSCHNER, 1995).

A deficiência de um nutriente resulta em sintomas típicos relacionados às funções do nutriente na planta. No entanto, a diagnose pode ser mais complexa, pois, a deficiência de mais de um nutriente pode ocorrer simultaneamente, o excesso de um nutriente pode afetar a absorção de outro nutriente e os sintomas podem variar entre espécies.

A produção e a qualidade dos produtos podem ser afetadas pela deficiência nutricional, ou a deficiência pode ser severa o suficiente para impossibilitar o ciclo da planta. A diagnose foliar, nesse contexto, surge como uma técnica para auxiliar a identificação e possível correção de uma deficiência.

Em rosas, as concentrações de nutrientes aplicados, atualmente, são determinadas de forma empírica sem levar em consideração a exigência fisiológica da planta, e sem nenhum tipo de manejo (CASARINI, 2004). Essa ausência de informações técnicas quanto à nutrição e adubação leva o uso de doses desbalanceadas pelos produtores brasileiros de flores, o que deve refletir no potencial de produção e na qualidade das plantas. De acordo com Camargo (2001), este fato consiste em um dos principais problemas para o desenvolvimento da floricultura brasileira.

Considerando a carência de informações sobre as exigências nutricionais de roseiras, nas condições de produção no Brasil, foram estabelecidos os objetivos deste trabalho:

- Determinar a curva de crescimento pelo acúmulo de matéria seca de plantas cultivadas em solo, sob estufa comercial;
- Estudar a técnica de subtração de nutrientes, para o desenvolvimento e a caracterização dos sintomas de deficiência da cultura cultivada em solução nutritiva em casa de vegetação;
- Avaliar as concentrações e os acúmulos de nutrientes pela cultura, durante os experimentos em solo e em solução nutritiva.

Referências

AKI, A.; PEROSA, J.M.Y. Aspectos da produção e consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 8, n. 1/2, p. 13-23, 2002.

ANEFALOS, L.C.; CAIXETA FILHO, J.V. O papel da logística na exportação brasileira de flores de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. **Exportação do agronegócio: ranking de produtos**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 21 jan. 2009.

CAMARGO, M.S. de. **Nutrição e adubação de *Aster ericoides* (White Máster) influenciando produção, qualidade e longevidade**. 2001. 107 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

CASARINI, E. **Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (*Rosa* sp.) em ambiente protegido**. 2004. 101 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

KIYUNA, I.; COELHO, P.J.; ÂNGELO, J.A., ASSUMPÇÃO, R. de. Parceiros comerciais internacionais da floricultura brasileira 1989-2002. São Paulo, **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 7-34, 2004.

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

MATSUNAGA, M.; OKUYAMA, M.H.; BESSA JÚNIOR, A.A. Cultivo em estufa de rosa cortada: custos e rentabilidade. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 8, p. 49-58, 1995.

PINTO, J.B. **Tecnologia pós-colheita: armazenamento de rosas cultivar ‘vegas’**. 1997. 75 p. Dissertação (Mestrado em Pré-Processamento de Produtos Agrícolas) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da rosa

Taxonomicamente o gênero *Rosa* sp. pertence à Classe das Angiospermas, Subclasse Dicotiledônea, Ordem Rosales e Família Rosaceae (JOLY, 2002). Atualmente, os cultivares de rosas comerciais são híbridos de diversas espécies originadas da Ásia (URCULLU, 1953; LARSON, 1980).

Estima-se que no mundo haja em torno de 30 mil variedades de rosas, produzidas através de cruzamentos artificiais, as quais são distinguidas, principalmente, pela coloração das pétalas, forma do botão, tamanho das hastes, produtividade (hastes m⁻²) e resistência às doenças. Os países que mais investem em pesquisas para obtenção de novas variedades são: Holanda, Alemanha, Estados Unidos e Colômbia, sendo essas pesquisas patrocinadas, geralmente, por empresas privadas (CASARINI, 2004).

A roseira é uma planta arbustiva, perene, com hábito de crescimento ereto, caule lenhoso e normalmente espinhoso. As folhas são alternas com estípulas, de margem serrilhada e compostas de três a cinco folíolos. A planta emite ramos grossos, chamados de basais, permitindo à planta formar seu esqueleto e produzir hastes florais para a comercialização. As flores se desenvolvem no ápice das hastes, contendo, normalmente, cinco sépalas e cinco pétalas (JOLY, 2002).

No Brasil, o sistema de produção de rosas em estufa permite a produção de botões de melhor qualidade, cujas características são definidas por tamanho, forma, cor e pela firmeza e por robustez da haste. No entanto, condições climáticas podem reduzir a produção, o que, normalmente, ocorre no inverno, refletindo-se na elevação de preços (MATSUNAGA et al., 1995).

A faixa ótima de temperatura para o crescimento da roseira está entre 16° e 28°C. Temperaturas abaixo de 6°C reduzem a taxa de crescimento e a produção, deixando as flores com número excessivo de pétalas, enquanto que temperaturas elevadas podem reduzir o número de flores e de pétalas, bem como a qualidade das rosas e caules (HASEK, 1980). Estudo

relacionando temperatura com radiação, comprova que temperatura diária de 18,5°C com intensidade de radiação elevada é capaz de manter uma boa produção de rosas em casa-de-vegetação (BOODLEY, 1996).

A umidade relativa do ar, ideal para a cultura da roseira está entre 60 e 80% (LAURIE; KIPLINGER, 1948). No interior de um ambiente protegido, a umidade relativa do ar elevada ($90 \pm 5\%$) pode provocar redução no conteúdo de nutriente nas folhas e flores, pela taxa baixa de transpiração e, uma umidade relativa moderada ($70 \pm 5\%$) pode desenvolver áreas cloróticas e necróticas nas folhas, especialmente ao longo das margens (TORRE et al., 2001).

Além das condições climáticas necessárias para um bom desenvolvimento, a roseira é uma cultura que exige condução desde o plantio até a fase de produção. Na condução da roseira, a poda tem como objetivo a produção de rosas comerciais com hastes longas (LAURIE; RIES, 1950). No início da produção, quando os ramos apresentam botões florais, estes são removidos para o desenvolvimento das gemas axilares. Este manejo é necessário, para o desenvolvimento de uma grande quantidade de área foliar, que irá promover o acúmulo de carboidratos. A poda é encerrada após a planta alcançar um bom estágio de desenvolvimento, para em seguida, ocorrer a formação de flores, de acordo com os padrões de comercialização (BOODLEY, 1996).

2.2 Nutrição e adubação

O estudo da nutrição de plantas envolve a aquisição dos elementos essenciais e da função desses nutrientes na planta. Se um dos elementos essenciais à planta está com a disponibilidade limitada, a deficiência deste nutriente promoverá desarranjos nos processos metabólicos da planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

As necessidades de nutrientes pelas roseiras têm chamado a atenção, devido à necessidade de uma aplicação adequada de nutrientes, levando-se em consideração diversos fatores, como a espécie, variedade e fatores ambientais como temperatura e luz (CADAHÍA et al., 1998).

O conhecimento da demanda de nutrientes pelas roseiras, em cada estágio, é importante como guia na fertilização, quando os nutrientes são aplicados de acordo com as necessidades da planta. De acordo com Casarini e Folegatti (2006), a maior taxa de absorção de nutrientes pelas

roseiras ocorre durante o desenvolvimento das hastes florais e folhas, para aumentar as reservas da planta. Durante a brotação das gemas até o crescimento da haste floral, a planta utiliza sua energia armazenada e a absorção máxima ocorre quando os botões florais já estão formados. Quando se colhe hastes florais, com a redução da quantidade de hastes, folhas e flores, diminui a absorção de nutrientes, até o desenvolvimento das hastes e folhas seguintes.

Observa-se que o ritmo de absorção de nutrientes pelas roseiras é descontínuo, dependendo das podas realizadas e do corte das flores, assim, as plantas de roseiras estão submetidas a períodos vegetativos e produtivos e estes podem ser ampliados com práticas de podas (PADILLA, 1999).

Considerando que a fertilização de rosas é constante durante o ano, havendo variações em função da fase da cultura, a marcha de absorção de nutrientes da roseira após sua formação é de acordo com os picos de produção. Na brotação da gema que irá formar a haste floral, ocorrem as maiores aplicações de P e de Ca e, após esta fase, além destes nutrientes, o N, Fe e Mg são requeridos para o crescimento vegetativo da roseira e, como fonte de reserva para as futuras brotações. Nesta última fase, adubações complementares com N devem ser realizadas, em seguida vem o K, necessário em quantidades maiores para o desenvolvimento e coloração das flores e folhas (CASARINI; FOLEGATTI, 2006).

Concordando com estes resultados, em que as roseiras necessitam de maiores quantidades de N e P nas primeiras fases e K na fase seguinte do desenvolvimento das hastes florais Cadahía et al. (1998), observaram uma absorção elevada dos nutrientes durante a formação do botão floral na primeira floração (45 dias após o transplante), especialmente para o N, o qual após esta fase, manteve-se constante durante as florações posteriores. De acordo com os autores, esta alta absorção corresponde ao primeiro ciclo de produção, quando a planta precisa de N para manter suas reservas para as próximas brotações. O P teve comportamento semelhante ao N. Modelos de absorção foram encontrados para o K, Ca e Mg, com as taxas maiores de absorção de K nos períodos de formação do botão floral em cada ciclo de produção de rosas.

Cabrera et al. (1995) propuseram um modelo de absorção de nutrientes em plantas de rosas 'Royalty' em sistema hidropônico e, observaram que a taxa de absorção mínima de N coincidiu com a máxima taxa de alongamento aéreo, seguida de um aumento durante o restante do crescimento, até alcançar o valor máximo, quando as flores atingiram a maturidade comercial. O modelo de absorção de Ca, K Mg e P foi relativamente similar ao de N. Este modelo de

absorção ocorreu num período de 40-50 dias após o transplântio e, os autores argumentam que durante o período de alongamento aéreo rápido, a parte aérea e folhas tornam-se o dreno principal por assimilados, diminuindo o suprimento de carboidratos para as raízes, e assim, reduzindo a disponibilidade energética para a absorção de íons e o crescimento radicular. Eventualmente, o suprimento de N não satisfaz a demanda do novo crescimento aéreo, o que interrompe o crescimento da planta e então, mais carboidratos podem ser translocados para as raízes.

Silberbush e Lieth (2003) simularam um modelo de absorção de N ($N-NO_3^-$) e K pelas raízes de *Rosa hybrida* cv. Kardinal a partir de resultados em casa de vegetação, com uma frequência no ciclo da taxa de absorção de 37 dias. O modelo indica que a frequência no reabastecimento de nutriente pode aumentar de acordo com a maturidade floral, mas diminui, como resultado do corte das hastes florais. Os autores argumentam que a pequena correlação entre o crescimento radicular e a taxa de absorção para N e K, indica que a absorção é controlada, principalmente, pela demanda aérea.

Considerando a exigência nutricional em um período mais longo, em cultivo hidropônico de rosas, Sarro et al. (1989) concluíram que, a partir da oitava semana ocorre um aumento considerável na demanda de macro e micronutrientes. A porcentagem de absorção semanal, expresso como porcentagem da absorção total, mostrou que a absorção de N menor ocorreu até a oitava semana e depois permaneceu quase constante. O contrário aconteceu para a absorção de P, que teve maior absorção neste período. Entre a oitava e a décima terceira semana após o transplântio, ocorreu o maior percentual de absorção de K, Ca, e Mg, seguida por uma forte redução na absorção de Ca, enquanto para o K e Mg, uma redução menos acentuada.

Comportamento semelhante foi observado por Johansson (1978), ao avaliar a concentração anual dos nutrientes, durante os períodos de florescimento em roseiras cultivar 'Parel van Aalsmeer'. A concentração de N, P e K aumentou a cada florescimento e, para Mg, a partir do segundo florescimento. Porém, as tendências para o Ca e B mostraram um comportamento diferente, com valores elevados no primeiro florescimento, seguido de uma redução no terceiro e quarto florescimento e, com um novo aumento, no entanto, não alcançando o valor inicial. A diferença entre os valores máximo e mínimo foi de 26% - N, 30% - P, 32% - K, 39% - Ca, 33% - Mg e 47% para o B.

A quantidade de nutrientes que são absorvidos pela planta em determinado estágio depende de sua taxa de crescimento. Johansson (1978), ao analisar os nutrientes em roseiras, por

quatro anos, observou que a concentração foliar durante o primeiro ano mostrou um nível mais elevado, uma redução no segundo ano e mantendo-se razoavelmente constante nos anos seguintes. A concentração de N diminuiu de forma marcante do primeiro para o segundo ano e manteve-se baixo durante os demais anos estudados, tendo comportamento diferente para as concentrações de P, de K e de Mg, que diminuíram mais lentamente com os anos e as variações anuais foram menos pronunciadas. A diminuição no conteúdo de B foi quase linear, durante os quatro anos. A concentração de Ca diminuiu continuamente durante todos os anos, com variação entre os valores máximo e mínimo, em cinco períodos de florescimento, de até 33% no segundo ano.

A variação anual na concentração de macronutrientes também pode ser insignificante, como foi comprovado por Haag (1989) em plantas de roseira (*Rosa adorata*) cv. Super Star, no decorrer de nove anos, com valores médios nas folhas de 28,5; 2,5; 16,0; 11,7; 2,7 e 1,2 mg kg⁻¹ para o N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. Neste estudo, a exigência do cálcio foi semelhante à do potássio, e observou-se concentração similar do fósforo nas folhas e no “caule + ramos”, de modo diferente dos demais nutrientes, onde a concentração nas folhas foi superior. Quanto aos micronutrientes, no quarto ano, as folhas das plantas apresentaram valores de concentração de 55; 7,2; 490; 283 e 35 mg kg⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, com as folhas apresentando concentrações mais elevadas do que no caule + ramos, especialmente para o manganês e ferro.

Não só a extração de nutrientes, mas também as exportações de nutrientes pela planta se fazem presentes na cultura da rosa, pois há várias retiradas de material vegetal nos tratos de limpeza e na poda da planta, além do fato de que em cada colheita de haste floral há uma retirada considerável de nutrientes da área.

A exportação dos nutrientes pelas hastes florais de acordo com Tamimi et al. (1999), considerando uma população de 61.775 plantas por hectare, foi de 4,88; 0,60; 3,68; 1,80; 0,50; 0,39 kg ha⁻¹ respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S e 4,00; 13,33; 5,33; 8,33 e 3,33 g ha⁻¹ respectivamente para B, Fe, Zn, Mn e Cu, com uma ordem de extração para os macronutrientes de N > K > Ca > P > Mg > S e para os micronutrientes de Fe > Mn > Zn > B > Cu.

A análise da planta permite determinar os nutrientes absorvidos e consiste numa técnica de diagnose dos níveis de nutrientes, para assim determinar a relação entre a sua disponibilidade no solo e o estado nutricional das plantas. Segundo Marschner (1995), o uso da análise química de material vegetal para a diagnose depende do nutriente, espécie, idade, sendo o mais adequado

diferentes partes da planta ou órgãos e conclui que, em geral, as folhas refletem melhor o estado nutricional das plantas, que outros órgãos da planta. Um aspecto importante na amostragem é a definição da folha diagnóstica, ao considerar que as comparações serão feitas entre os valores analíticos obtidos. Boodley (1996) e Vetanovetz (1996) sugerem como folha diagnóstica, a segunda folha com cinco folíolos, a partir do botão floral, para a posterior interpretação dos conteúdos dos nutrientes em roseiras (Tabela 1).

Tabela 1 - Níveis de nutrientes em folhas de rosas (VETANOVETZ, 1996)

| Nutriente | Deficiência | Baixo | Adequado | Alto | Excesso |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| g kg ⁻¹ | | | | | |
| N | < 30,0 | 30,1 – 34,9 | 35,0 – 45,0 | 45,1 – 50,0 | > 50,0 |
| P | < 1,0 | 1,1 – 1,9 | 2,0 – 3,0 | 3,1 – 3,4 | > 3,5 |
| K | < 18,0 | 18,1 – 19,9 | 20,0 – 25,0 | 25,1 – 30,0 | > 30,1 |
| Ca | < 9,0 | 9,1 – 9,9 | 10,0 – 15,0 | 15,1 – 16,0 | > 16,1 |
| Mg | < 2,5 | 2,6 – 2,7 | 2,8 – 3,2 | 3,3 – 3,5 | > 3,6 |
| mg kg ⁻¹ | | | | | |
| Mn | < 30 | 31 - 69 | 70 - 120 | 121 - 250 | > 251 |
| Fe | < 50 | 51 - 79 | 80 - 120 | 121 - 150 | >1 51 |
| B | < 30 | 31 - 39 | 40 - 60 | 61 - 400 | > 401 |
| Cu | < 5 | 6 - 7 | 7 - 15 | 15 - 17 | > 18 |
| Zn | < 15 | 16 - 19 | 20 - 40 | 41 - 50 | > 51 |

2.3 Omissão de nutrientes

A essencialidade de alguns elementos químicos para as plantas foi definida por Arnon e Stout (1939), que estabeleceram dois critérios: direto: o elemento deve fazer parte de um composto ou de uma reação crucial e indireto: (a) a deficiência dele torna impossível para a planta completar o estágio vegetativo ou o reprodutivo de seu ciclo de vida; (b) tal deficiência

seja específica para o elemento, e (c) o elemento esteja envolvido diretamente na nutrição da planta, independentemente de seus possíveis efeitos na correção de alguma condição microbiológica ou química desfavorável do solo ou de outro meio de cultura.

O suprimento inadequado de um nutriente resulta em um distúrbio nutricional que se manifesta por sintomas de deficiência característicos. Tais distúrbios estão relacionados às funções desempenhadas pelos nutrientes no metabolismo e o funcionamento normal da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Sintomas de deficiência diferentes de um único elemento, bem como sintomas similares resultantes de deficiências de diferentes elementos, são fatores que complicam a diagnose pela sintomatologia. Além do mais, os sintomas de deficiência de um nutriente podem diferir grandemente em culturas diferentes, de tal modo que o conhecimento da deficiência de uma espécie fornece uma ajuda restrita, na identificação da mesma deficiência em outra espécie (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Uma deficiência pode surgir, se a concentração do nutriente no solo ou em outro substrato for baixa, ou se o nutriente está presente em formas químicas que o tornem indisponível para a absorção. As deficiências serão manifestadas em sintomas mais ou menos distintos e a familiaridade com esses sintomas auxilia os produtores e especialistas em nutrição de plantas a identificar as deficiências nutricionais no campo.

O nitrogênio é um nutriente exigido em grandes quantidades pelas plantas, e absorvido pelas raízes, principalmente, na forma de nitrato e amônio. Como componente de constituintes celulares, incluindo aminoácidos e ácidos nucléicos, a deficiência do nitrogênio retarda o crescimento e promove o amarelecimento das folhas (clorose). As folhas velhas são as primeiras a se tornarem amarelas, pois este nutriente é mobilizado nas folhas maduras e translocado para as regiões de crescimento. Se a deficiência persistir, as folhas tornam-se completamente amarelas, secam e caem da planta. O sistema radicular de plantas com deficiência de nitrogênio torna-se mais comprido e menos ramificado (MARSCHNER, 1995).

Muitos dos sintomas de deficiência de enxofre são similares aos de nitrogênio, incluindo clorose, redução do crescimento e acúmulo de antocianinas, uma vez que os dois nutrientes são constituintes de aminoácidos. Entretanto, a clorose causada pela deficiência de enxofre, inicialmente, ocorre nas folhas jovens, pois, de forma diferente do nitrogênio, o enxofre não é redistribuído para as folhas jovens, na maioria das espécies (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

O fósforo é componente de macromoléculas, como as responsáveis pela informação genética e pela síntese protéica (DNA, RNA) e dos fosfolipídios, formadores da membrana plasmática, bem como é constituinte da molécula de ATP, utilizada no metabolismo energético das plantas, como os processos de absorção ativa e síntese de vários compostos orgânicos. Crescimento reduzido, folhas velhas com coloração verde-escura ou azul-esverdeada, pigmentos vermelhos ou marrons nas folhas, início do florescimento retardado, redução no número de frutos e sementes e, caule avermelhado nas culturas anuais, são alguns sintomas de deficiência de fósforo nas plantas (MENGEL et al., 2001).

O potássio desempenha papel na regulação do potencial osmótico da célula vegetal e ativa enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese. Como o potássio pode ser remobilizado para as folhas mais jovens, os sintomas de deficiência aparecem inicialmente nas folhas maduras da base da planta, como uma clorose que evolui para necrose, principalmente nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Na planta, o cálcio tem papel como componente da parede celular, membrana plasmática e funciona como mensageiro secundário, em várias respostas da planta a sinais ambientais e hormonais (KIRKBY; PILBEAM, 1984). Em virtude da imobilidade do cálcio no floema, a deficiência de cálcio é caracterizada pela redução no crescimento dos tecidos meristemáticos. Os sintomas ocorrem inicialmente nas folhas jovens, as quais ficam deformadas e cloróticas, podendo chegar ao estágio de necrose das margens e o sistema radicular pode apresentar-se com cor marrom, curto e altamente ramificado (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A função do magnésio nas plantas está relacionada com ativação enzimática a partir da ponte entre a molécula da enzima e o ATP ou ADP. Nas células vegetais, também faz parte da estrutura da clorofila como átomo central. Um sintoma característico da deficiência de magnésio é a clorose entre as nervuras foliares, ocorrendo primeiro nas folhas mais velhas, devido à mobilidade deste nutriente (MARSCHNER, 1995).

A importância do Boro na célula vegetal é explicada pela sua concentração (90%) na parede celular e, também por atuar nos processos de absorção na membrana plasmática, e por ser considerado, tradicionalmente, como imóvel na plantas, os sintomas de deficiência ocorrem em tecidos de crescimento, como nos meristemas florais e apicais (MALAVOLTA, 2006). No entanto, de acordo com BROWN e SHELP (1998) dependendo da forma como o boro se encontra no floema, ele pode ser móvel, o que ocorre em algumas espécies de planta.

A função do manganês mais bem definida é a da reação fotossintética, pela qual o oxigênio é produzido a partir da oxidação da água. O manganês ativa várias enzimas envolvidas no ciclo dos ácidos tricarboxílicos (Ciclo de Krebs). O sintoma principal da deficiência de manganês é a clorose internerval nas folhas (MARSCHNER, 1995). Normalmente, a clorose está associada com manchas necróticas pequenas e pode ocorrer em folhas jovens e ou velhas, dependendo da espécie vegetal e da taxa de crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O ferro tem papel importante como componente de enzimas envolvidas na transferência de elétrons nos cloroplastos e nas mitocôndrias. O sintoma característico da deficiência de ferro é a clorose internerval, inicialmente nas folhas jovens e, sob condições de deficiência extrema ou prolongada, as nervuras também se tornam cloróticas (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

O cobre, assim como o ferro, está associado a enzimas envolvidas em reações de transferência de elétrons, como a plastocianina na fase luminosa da fotossíntese, que representa 70% do cobre nas folhas (MALAVOLTA, 2006). O sintoma inicial da deficiência de cobre é o surgimento de folhas verde escuras, que podem conter manchas necróticas. As folhas podem também se apresentar retorcidas ou malformadas. Sob deficiência de cobre extrema, há possibilidade de as folhas caírem prematuramente (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O zinco participa como componente estrutural e ativador das enzimas envolvidas no metabolismo do DNA e RNA, divisão celular e síntese de proteínas. A deficiência de zinco afeta o crescimento da planta, com redução no crescimento dos internódios e produção de folhas e retorcidas (MARSCHNER, 1995).

Sintomas característicos de deficiência foram observados em mudas de roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de nutrientes. A omissão dos nutrientes diminui a sua concentração, tanto nas folhas novas como nas velhas. Algumas concentrações, em função da matéria seca, em que a planta apresentou sintomas de carência foi estabelecido para P-0,09%, K-0,77%, Ca-0,68%, Mg-0,16%, S-0,09%, Cu-4 ppm, Fe-70 ppm, Mn-24 ppm e Zn-26 ppm (HAAG et al., 1974).

Não só a omissão de nutrientes, mas a quantidade inadequada fornecida às plantas, é um fator a ser considerado. Johansson (1978) observou sintomas de deficiência de nutrientes em roseiras cultivadas em solução nutritiva com suprimento baixo de N, P, K, Ca e Mg (50, 5, 50, 10 e 8 mg L⁻¹, respectivamente). Quando as plantas apresentavam os sintomas típicos, a terceira

folha a partir da flor apresentou, na matéria seca, 21,4; 1,4; 10,1; 3,9 e 2,0 mg kg⁻¹, para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente.

Cultivares de roseiras teve sua produção reduzida com baixo fornecimento de Ca (0,5 mmol L⁻¹), no entanto, o acréscimo de cálcio na solução nutritiva (5,0 mmol L⁻¹ e 7,0 mmol L⁻¹) promoveu o aumento na concentração de cálcio nos órgãos da planta. A relação positiva entre a concentração na solução nutritiva e a foliar também foi encontrada por Ganmore-Neumann e Davidov (1993), que encontraram valores baixos de cálcio (3,7 – 5,4 mg kg⁻¹) na folhas de plantas cultivadas com 0,65 mmol_c Ca na solução nutritiva e, valores foliares altos (> 10,0 mg kg⁻¹ Ca) quando a concentração de cálcio era de 2,5 e 5,0 mmol_c.

Estudos têm demonstrado uma competição entre nutrientes, principalmente entre os cátions, e a grande exigência por de N das plantas, quando é fornecida como NH₄-N quando comparado com plantas supridas com NO₃-N. Em roseiras, a redução na absorção de cátions foi relatada Woodson e Boodley (1982) quando a exigências de N pelas plantas foi suprida por NH₄-N, resultando no decréscimo da concentração de cálcio nas folhas.

A translocação do cálcio na seiva do xilema pode ser reduzida, em plantas supridas com NH₄⁺ (MENGEL et al., 2001). A absorção de cálcio foi limitada por uma fertilização contínua e elevada de N-amoniaco (NELL; BARRETT; LEONARD, 1997), e a relação 0,5 de NH₄⁺/(NH₃⁺ + NH₄⁺) reduziu a concentração de cálcio, tanto nas folhas como nas rosas, de 12 para 7 g kg⁻¹, quando comparado com as roseiras supridas com NO₃⁻ (FEIGIN et al., 1986).

Referências

ARNON, D.I.; STOUT, P.R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant Physiology**, Rockville, v. 14, p. 371-375, 1939.

BOODLEY, J.W. **The commercial greenhouse**. 2nd ed. Albany: Delmar, 1996. 612 p.

BROWN, P.H.; SHELPS, B.J.; Boron mobility in plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, n. 1/2, p. 85-101, 1997.

CABRERA, R.I.; EVANS, R.Y.; PAUL, J.L. Cyclic nitrogen uptake by greenhouse roses. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 63, p. 57-66, 1995.

CADAHÍA, C.; EYMAR, A.; SÁNCHEZ, A.; LÓPEZ-VELA, D. Differences in nutrient uptake of four rose cultivars in sand culture. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 458, p. 335-341, 1998.

CASARINI, E. **Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (*Rosa* sp.) em ambiente protegido**. 2004. 101 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CASARINI, E.; FOLEGATTI, M.V. Aspectos importantes na nutrição mineral de rosas. In: FLÓREZ, R.V.J.; FERNÁNDEZ, A.C.; MIRANDA, L.D.; CHAVES, C.B.; GUZMÁN, P.J.M. **Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana**. Bogotá: Universidade Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 2006. p. 163-178.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Tradução de M.E.T. Nunes. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

FEIGIN, A.; GINZBURG, C.; GILEAD, S. ; ACKERMAN, A. Effect of NH₄/NO₃ ratio in nutrient solution on grown and yield of greenhouse rose. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 189, p. 127-135, 1986.

GANMORE-NEUMANN, R.; DAVIDOV, S. Uptake and distribution of calcium in rose plantlets as affected by calcium and boron concentration in culture solution. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 155/156, p. 151-154, 1993.

HAAG, H.P. (Coord.). **Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 298 p.

HAGG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; DECHEN, A.R.; MATTOS, J.R. Nutrição mineral das plantas ornamentais. IV. Carências nutricionais em roseira. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 31, p. 437-447, 1974.

HASEK, R. F. Roses. In: LARSON, R.A. **Introduction to floriculture**. Orlando: Academic Press, 1980. chap. 3, p. 83-104.

JOHANSSON, J. Effects of nutrient levels on growth, flowerin and leaf nutrient content of greenhouse roses. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Stockholm, v. 28, p. 363-386, 1978.

JOLY, A.B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 3. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 2002. 777 p.

LAURIE, A.; KIPLINGER, D.C. **Commercial flower forcing: the fundamentals and their practical application to the culture of greenhouse crops**. 5th ed. Philadelphia: Blakiston, 1948. 550 p.

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

MATSUNAGA, M.; OKUYAMA, M.H.; BESSA JÚNIOR, A.A. Cultivo em estufa de rosa cortada: custos e rentabilidade. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 8, p. 49-58, 1995.

KIRKBY, E.A.; PILBEAM, D.J. Calcium as a plant nutrient. **Plant, Cell and Environment**. Oxford, v. 7, p. 397-405, 1984.

MENDEL, K.; KIRKBY, E.A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. (Ed.). **Principles of plant nutrition**. 5th ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 849 p.

NELL, T.A.; BARRETT, J.E.; LEONARD, R.T. Production factors affecting postproduction quality of flowering potted plants. **Hortscience**, Alexandria, v. 32, n. 5, p. 817-819, 1997.

PADILLA, W.A. El uso de la fertirrigacion em cultivos de flores em latinoamerica. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.). **Fertirrigação**: citrus, flores e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 1999. v. 1, cap. 5, p. 355-384.

SARRO, M.J.; SÁNCHEZ, M.J.; MIYAR, C.; ZORNOZA, P. Nutritional requeriments of two rose cultivars grown in gravel culture. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 246, p. 219-222, 1989.

SILBERBUSH, M.; LIETH, J.H. Nitrate and potassium uptake by greenhouse roses (*Rosa hybrida*) along successive flower-cut cycles: a model and its calibration. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 101, p. 127-141, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E. R. Santarém et al. 3. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAMIMI, Y.N.; MATSUYAMA, D.T.; ISON-TAKATA, K.D.; NAKANO, R.T. Distribution of nutrients in cut-flower roses and the quantities of biomass and nutrients removed during **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 2, p. 251-253, 1999.

URCULLU, G.B. **Cultivos ornamentais para flor cortada**: cultivo del rosal. Barcelona: Salvat, 1953. 512 p.

WOODSON, W.R.; BOODLEY, J.W. Effects of nitrogen form and potassium concentration on growth, flowering and nitrogen utilization of greenhouse roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 107, n. 2, p. 275-278, 1982.

VETANOVETZ, R.P. Tissue analysis and interpretation. In: REED, D.W. **Water, media and nutrition for greenhouse crops**. Batavia: Ball Publ., 1996. chap. 9, p. 197-219.

3 ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR ROSAS DE CORTE CULTIVARES “Vegas” E “Tineke”

Resumo

A marcha de absorção de nutrientes consiste em conhecer as necessidades nutricionais das plantas, em cada estágio fisiológico, e constitui uma ferramenta importante para estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas através dos fertilizantes e, assim, obter as melhores produções. Considerando a carência de informações sobre as exigências nutricionais de roseiras foram estabelecidos os objetivos desta pesquisa para determinar a curva de crescimento, pelo acúmulo de matéria seca de plantas cultivadas em solo, em ambiente protegido; e, avaliar a concentração e o acúmulo dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, na parte aérea das plantas. Foi realizado um experimento, em estufa, na Fazenda Maeda Flores, no município de Piracaia (SP), no período de novembro de 2005 a setembro de 2006. Foram utilizadas plantas de *Rosa* sp. cultivares “Vegas” e “Tineke”, de coloração vermelha e branca, respectivamente. Estudaram-se 8 épocas de avaliação (60, 88, 116, 144, 172, 200, 228 e 256 dias após o transplântio) em um delineamento inteiramente casualizado. A produção de material seco da parte aérea foi crescente durante o período analisado para os cultivares “Vegas” e “Tineke”. O cultivar “Vegas” apresentou maior produção de material seco da parte aérea e menor idade para o início da produção de rosas, em relação o “Tineke”. O nitrogênio foi o elemento com maior concentração nas folhas, apesar de se encontrar na faixa considerada como deficiente para as roseiras. As plantas do cultivar “Vegas” apresentaram uma demanda crescente dos macronutrientes e um acúmulo máximo de B, Cu, Fe, Mn e Zn entre 166 e 230 dias após o transplântio. O cultivar “Tineke” apresentou uma demanda crescente por N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn e um acúmulo máximo de magnésio aos 250 dias após o transplântio.

Palavras-chave: Rosas; Cultivar “Vegas”; Cultivar “Tineke”; Marcha de absorção; Nutrientes

Abstract

The rate of absorption of nutrients consist in knowing the plants nutritional needs, in each physiological stage, which consists of a very important tool to establish each nutrient quantity to be applied through fertilizers, and, as a consequence, obtaining better production. This study objective were established considering the information lack about the roses’ nutritional needs, in order to determine the growth curve, by the dry matter accumulation of the cultivated plants in soil, in protected conditions; and also, to evaluate the following nutrients concentration and accumulation of the: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, in the plants aerial part. An experiment was carried out, in greenhouse, in Fazenda Maeda Flores (Maeda Flowers Farm), in Piracaia city, São Paulo, from November 2005 to September 2006. Plants of *Rosa* sp. in the “Vegas” and “Tineke” cultivars, with red and white colors, respectively were cultivated. Eight

stage of evaluation were studied (60, 88, 116, 144, 172, 200, 228 e 256 days after transplanting) in a completely randomized design. The dry matter production in the aerial part increased during the analyzed period for the “Vegas” and “Tineke” cultivars. “Vegas” cultivar plants presented higher dry matter production in the aerial part and younger in age to initiate roses production compared to “Tineke” cultivar plants. Nitrogen was the element with higher leaves concentration, even though it was at a level, which is considered low for rose plants. “Vegas” cultivar plants presented a macronutrients growing demand and maximum accumulation for B, Cu, Fe, Mn and Zn between 166 and 230 days after transplanting. “Tineke” cultivar plants presented a increasing growing demand for N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn, and maximum accumulation of magnesium 250 days after transplanting.

Key-words: Roses; “Vegas” Cultivar; “Tineke” Cultivar; absorption rate; Nutrients

3.1 Introdução

A marcha de absorção de nutrientes consiste em conhecer as necessidades nutricionais das plantas, em cada estágio fisiológico, e constitui uma ferramenta importante para estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas através dos fertilizantes e, assim, obter as melhores produções.

O interesse de se conhecer a marcha de absorção de nutrientes, se prende ao fato de se determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e em que, portanto, a adubação deve fornecê-los, na possibilidade de corrigir as eventuais deficiências nutricionais e na avaliação do estado nutricional, por se ter variação na composição de órgãos diagnósticos (MALAVOLTA et al., 1997)

A absorção de nutrientes pelas roseiras está de acordo com o desenvolvimento da planta. Pesquisas demonstram, que o manejo das roseiras, com períodos de corte e desenvolvimento das hastes florais, influencia na demanda de N, P, K, Ca e Mg, com mudanças na taxa de absorção desses nutrientes (CABRERA et al., 1995; CADAHÍA, et al., 1998).

Outro fator que influencia na taxa de absorção dos nutrientes é a estação. A baixa intensidade de luz e a temperatura foliar estão associadas com a redução de crescimento, especialmente durante o desenvolvimento da última floração no primeiro ano, onde a concentração de N, P, K e Mg nas folhas reduziu. No verão, o crescimento intenso e o desenvolvimento das hastes florais são rápidos, comparados ao do outono e do inverno, que por

ser menos intenso, implica em um tempo maior para o desenvolvimento, e assim, no aumento da concentração foliar dos nutrientes (JOHANSON, 1978).

Estes resultados são consistentes com os de Cabrera (2000), ao observar que a aplicação de doses de nitrogênio não promove mudanças na concentração foliar de nitrogênio no primeiro florescimento e que, as reservas da planta supriram essa demanda, porém com concentrações consideradas deficientes para roseiras (nível crítico $\leq 30 \text{ g kg}^{-1}$ de N) e que, independente das doses aplicadas de nitrogênio, a época do ano também promove variações na concentração de nitrogênio, com valor superior ao nível crítico, no inverno e inferior no verão.

Cabrera et al. (1995) também observaram mudanças na demanda média diária de roseiras, de aproximadamente 30 mg de nitrogênio por planta no inverno e entre 60-70 mg N por planta no verão. De acordo com o autor, estes resultados induzem a questionar a validade de usar um critério fixo para a avaliação do nível de nitrogênio na folha em qualquer época durante o ciclo de produção. Casualmente, e não obstante a taxa da aplicação do nitrogênio e a época do ano, as concentrações do nitrogênio da folha raramente excedem 4%, sugerindo um controle de planta ou um regulamento estrito do nível de nitrogênio no tecido.

Conhecidas as épocas de exigência para cada nutriente, tem-se um guia para a adubação no que tange aos momentos em que se deve empregar um ou outro nutriente. No entanto, no Brasil, a nutrição e adubação de roseiras têm se apoiado, geralmente, no empirismo ou em recomendações de outros países, resultando na aplicação de quantidade insuficiente ou excessiva de adubos e, portanto, numa nutrição desbalanceada.

Considerando a carência de informações sobre as exigências nutricionais de roseiras foram estabelecidos os objetivos desta pesquisa para determinar a curva de crescimento, pelo acúmulo de matéria seca de plantas cultivadas em solo, sob estufa comercial; e, avaliar a concentração e o acúmulo dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, na parte aérea das plantas.

3.2 Material e métodos

Para determinar a curva de crescimento, concentrações e acúmulos de nutrientes, foi realizado um experimento na Fazenda Maeda Flores, situada no município de Piracaia (SP), Brasil.

Plantas de *Rosa* sp. cultivares “Vegas” e “Tineke”, de coloração vermelha e branca, respectivamente, foram utilizadas no experimento, as quais são classificadas como rosas de corte com haste de 70, 60 e 50 cm de comprimento, e que apresentam alta produtividade até o quinto ano de produção.

Foram utilizadas duas estufas, com dimensões de 45,0 m de comprimento e 6,8 m de largura, representando a área experimental de 306 m² para o cultivar “Vegas” e de 35,0 m x 6,8 m, totalizando uma área de 238 m² para o cultivar “Tineke” (Figuras 1 e 2).



Figura 1 - Área experimental com o cultivar “Vegas”



Figura 2 - Área experimental com o cultivar “Tineke”

Na área experimental foram realizadas as operações de preparo do solo e aplicações de calcário e de matéria orgânica.

O cultivar “Vegas” foi produzido por estarquia, enquanto o cultivar “Tineke” por enxertia, o qual teve como porta-enxerto o cultivar “Multicores”. As mudas foram preparadas em copo plástico com capacidade de 240 mL tendo como substrato terra + carvão em pó + calcário na proporção de 4 : 1: 1.

As plantas dos cultivares “Vegas” e “Tineke” foram transplantadas para o solo em fila única no início do mês junho e julho de 2005, respectivamente, no espaçamento de 1,5 m entre linhas e 0,10 m entre plantas, com densidade de aproximadamente 66.667 plantas por hectare.

A quantidade de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre aplicado no primeiro ano teve como objetivo a formação da planta (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade de nutriente aplicado por planta nas áreas com os cultivares “Vegas” e “Tineke”

| Nutrientes | 1º ano | |
|-------------------------------|---------------------------------|--|
| | ----- g ano ⁻¹ ----- | |
| N | 3,55 | |
| P ₂ O ₅ | 2,94 | |
| K ₂ O | 6,59 | |
| Ca | 0,15 | |
| S | 0,07 | |

A coleta ocorreu em diferentes estágios fisiológicos da planta e foi realizada a cada vinte oito dias, correspondendo às épocas de avaliação: 60, 88, 116, 144, 172, 200, 228 e 256 dias após o transplântio para a estufa comercial. A coleta foi realizada no período de 05/10/05 a 10/08/06 e de 03/11/05 a 06/09/06 para o cultivar “Vegas” e “Tineke”, respectivamente.

O início da produção de rosas do cultivar “Vegas” foi observado a partir dos 116 dias após o transplântio das mudas correspondendo ao período da terceira coleta, enquanto que para o cultivar “Tineke” ela ocorreu a partir da quarta coleta, aos 144 dias após o transplântio.

O material coletado foi separado em caule, folhas e flores/botões, lavado, seco ao ar e acondicionado em sacos de papel e levado para estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 65°-70° C, até obter-se massa seca constante, para posterior pesagem, moagem e determinação dos macronutrientes e micronutrientes.

Para a análise química do material vegetal, foi feita a digestão sulfúrica para a determinação do nitrogênio, a digestão nítrico-perclórica para a determinação do fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco e a incineração em mufla para a determinação do boro. O nitrogênio foi determinado pelo método Micro Kjeldahl; o fósforo, pelo colorimétrico, o potássio, por fotometria de chama e o cálcio, o magnésio, o cobre, o ferro, o manganês e o zinco por espectrofotometria de absorção atômica. A determinação do enxofre foi feita por turbidimetria do sulfato de bário e a de boro por colorimetria da azometina-H (SARRUGE; HAAG, 1974).

Após o preparo do solo, foram coletadas amostras de terra das camadas de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade e a análise química de fertilidade foi realizada no Departamento de

Ciência do Solo da ESALQ/USP. A matéria orgânica foi determinada pelo método colorimétrico, o pH em solução de CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, o fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram extraídos com resina trocadora de íons e a determinação do cálcio e magnésio foi feita por espectrofotometria de absorção atômica, a do potássio por fotometria de emissão atômica e a do fósforo por espectrofotometria (RAIJ et al., 1987). O enxofre (S-SO_4) extraído com CaCl_2 0,15% e determinado por turbidimetria de sulfato de bário (VITTI, 1989). O boro foi extraído com água quente e determinado por espectrofotometria pelo método da azometina H (ABREU et al., 1994). As extrações de cobre, ferro, manganês e zinco foram feitas através do método DTPA (LINDSAY; NORVELL, 1978) e as determinações por espectrofotometria de absorção atômica.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, constituído por 8 tratamentos, correspondendo as épocas de avaliação, e quatro repetições, tendo cada planta sido considerada uma parcela. Utilizando o programa estatístico SAS 9.1 para o Windows (2004), os resultados foram submetidos à análise de variância e os resultados do teste F, significativos até ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), foram submetidos à análise de regressão. A escolha das equações de regressão baseou-se na significância do coeficiente de determinação (R^2) das equações (linear e quadrática), pelo teste t.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Análise de terra

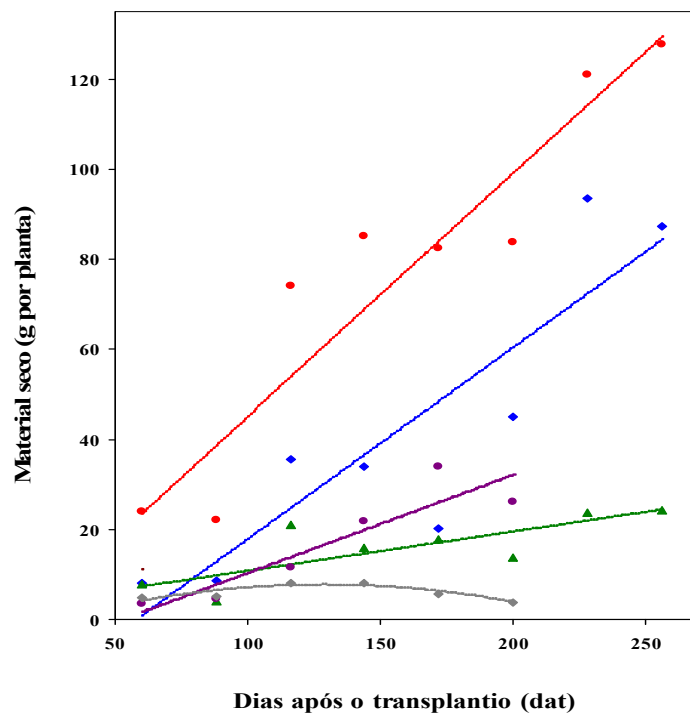
Os resultados da análise de terra (Tabela 3), de acordo com os parâmetros estabelecidos por Raij et al. (1996), indicam teores elevados de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, e uma acidez muito baixa. A saturação por base alta (71-90%) a muito alta (>90%) nas áreas com os cultivares “Vegas” e “Tineke” representa um bom indicativo da fertilidade do solo da área.

Tabela 3 - Análise química da amostra de terra na área com o cultivar “Vegas” e “Tineke”

| Camada | | pH | M.O. | P | S | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | H ⁺ +Al ³⁺ | SB | T | V |
|--------|--------|-------------------|---------------------------------|--------------------------|-----|--|------------------|------------------|----------------------------------|-------|-------|----|
| cm | | CaCl ₂ | g dm ⁻³ | --mg dm ⁻³ -- | | ----- mmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | % |
| 0-20 | Vegas | 6,6 | 40 | 1299 | 59 | 10,7 | 165 | 40 | 16 | 215,7 | 231,7 | 93 |
| | Tineke | 6,7 | 29 | 245 | 54 | 7,1 | 84 | 30 | 13 | 121,1 | 134,1 | 90 |
| 20-40 | Vegas | 6,4 | 23 | 823 | 56 | 6,2 | 107 | 30 | 15 | 143,2 | 158,2 | 91 |
| | Tineke | 6,1 | 21 | 130 | 125 | 6,1 | 50 | 22 | 16 | 78,1 | 94,1 | 83 |
| | | | B | Cu | Fe | Mn | Zn | | | | | |
| | | | ----- mg dm ⁻³ ----- | | | | | | | | | |
| 0-20 | Vegas | | 2,49 | 3,4 | 35 | 10,5 | 16,1 | | | | | |
| | Tineke | | 1,45 | 2,9 | 28 | 6,0 | 10,6 | | | | | |
| 20-40 | Vegas | | 2,99 | 2,0 | 34 | 5,2 | 8,0 | | | | | |
| | Tineke | | 1,28 | 1,4 | 28 | 4,3 | 2,9 | | | | | |

3.3.2 Produção de material seco

Como indicador de crescimento das plantas foram utilizados os resultados de produção de material seco da parte aérea, pela soma dos valores de folhas, caules, hastes de brotações e rosas/botões, em função da idade. A acumulação de material seco da parte aérea total pelas roseiras foi crescente durante o período analisado, após o transplante, com maior produção observada para o cultivar “Vegas” (Figura 3) em relação ao cultivar “Tineke” (Figura 4), com crescimento estimado de 15,12 g e 13,04 g, respectivamente, a cada 28 dias.



| | | |
|---|--|--------------|
| — | Parte aérea total = - 8,85 + 0,5398dat | $r^2 = 0,89$ |
| — | Caule = - 24,66 + 0,4255dat | $r^2 = 0,81$ |
| — | Folha = 2,02 + 0,0873dat | $r^2 = 0,67$ |
| — | Haste de brotações = - 11,48 + 0,2179dat | $r^2 = 0,86$ |
| — | Folha de brotações = - 4,81 + 0,1945dat - 0,000757dat ² | $r^2 = 0,81$ |

Figura 3 - Produção de material seco da parte aérea de roseiras, cultivar “Vegas”, em função dos dias após o transplante

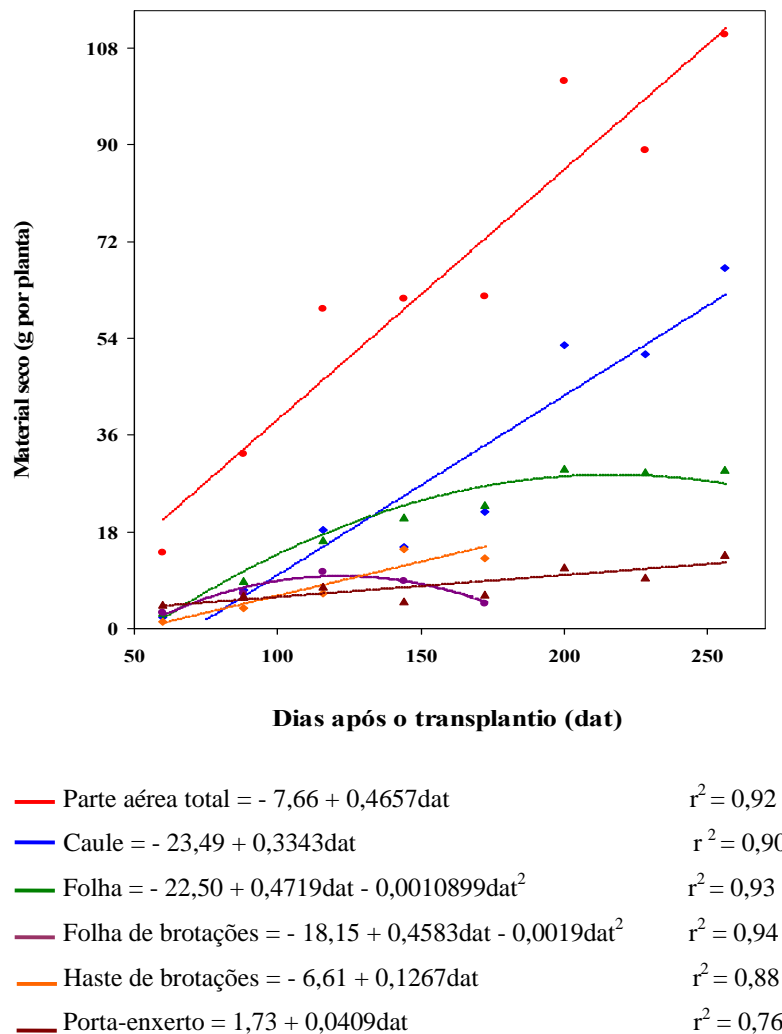


Figura 4 - Produção de material seco da parte aérea de roseiras, cultivar “Tineke”, em função dos dias após o transplântio

A produção de rosas e botões do cultivar “Vegas” ocorreu a partir dos 116 dias após o transplântio com média de 3,7% da produção do material seco total dos órgãos aéreos, enquanto que para o cultivar “Tineke”, ocorreu a partir dos 144 dias e com média de 3,0% (Tabela 4). As folhas e hastes de brotações, localizadas na base das plantas próximo à superfície do solo, foram produzidas até os 172 e 200 dias após o transplântio, para os cultivares “Tineke” e “Vegas”, respectivamente.

Tabela 4 - Produção média de material seco (g) de roseiras, cultivares “Vegas” e “Tineke”, em função dos dias após o transplântio (dat)

| Dat | Folhas | Caule | Folhas de brotações | Hastes de brotações | Botões e rosas | Porta-enxerto | Total |
|-------------------------------|--------|-------|---------------------|---------------------|----------------|---------------|--------|
| ----- Cultivar “Vegas” ----- | | | | | | | |
| 60 | 7.02 | 8.07 | 4.73 | 3.47 | - | - | 24.10 |
| 88 | 4.35 | 8.52 | 5.08 | 4.49 | - | - | 22.02 |
| 116 | 24.89 | 35.51 | 8.10 | 11.70 | 2.59 | - | 73.98 |
| 144 | 31.29 | 33.96 | 8.16 | 21.83 | 4.41 | - | 85.05 |
| 172 | 17.91 | 20.14 | 5.67 | 33.96 | 3.13 | - | 82.55 |
| 200 | 13.69 | 44.88 | 3.81 | 26.19 | 4.68 | - | 83.71 |
| 228 | 19.79 | 93.53 | - | - | 3.67 | - | 120.97 |
| 256 | 20.99 | 87.20 | - | - | 2.47 | - | 127.85 |
| ----- Cultivar “Tineke” ----- | | | | | | | |
| 60 | 3.04 | 2.18 | 2.99 | 1.36 | - | 4.53 | 14.10 |
| 88 | 8.96 | 7.14 | 6.49 | 3.84 | - | 6.09 | 32.51 |
| 116 | 16.37 | 18.27 | 10.57 | 6.49 | - | 7.75 | 59.45 |
| 144 | 20.67 | 15.12 | 8.92 | 14.69 | 1.04 | 5.12 | 61.32 |
| 172 | 22.92 | 21.77 | 4.63 | 13.17 | 2.21 | 6.40 | 61.80 |
| 200 | 29.76 | 52.80 | - | - | 2.99 | 11.35 | 102.00 |
| 228 | 29.02 | 51.15 | - | - | 2.81 | 9.57 | 88.96 |
| 256 | 29.46 | 67.00 | - | - | 3.12 | 13.80 | 110.56 |

A análise de variância dos resultados de produção de rosas, tanto para o cultivar “Vegas” como para o “Tineke”, não foram significativos a 5% de probabilidade.

Observa-se que o cultivar “Vegas” apresentou um melhor desenvolvimento e uma produção precoce em relação ao cultivar “Tineke”. Levando em consideração que ambos os cultivares foram produzidas em condições climáticas semelhantes, além das características genéticas do cultivar “Tineke”, a combinação enxerto/porta-enxerto pode induzir uma menor absorção de nutrientes, o que refletiu na menor produção de matéria seca.

Comparando mudas de pé-franco e enxertadas, Tomaz et al. (2006), comentam que as alterações nos mecanismos de “feedback” entre parte aérea e raízes nas mudas enxertadas, com mudanças na absorção e utilização dos nutrientes, proporciona aumentos ou decréscimos na matéria seca da parte aérea total. Alterações também foram observadas na produção, de acordo com as combinações enxerto/porta-enxerto (SIMÃO et al., 1997).

A produtividade de roseiras, representada pelo número de hastes florais colhidas por planta, resultou em alterações para diferentes combinações enxerto/porta-enxerto em cultivares ‘Tineke’ e ‘Versilha’ (PIVETTA; PIZETTA; PEDRINHO, 2004), no entanto, a produtividade das plantas provenientes de estaquia, para ambos os cultivares, esteve entre as melhores, indicando que esses cultivares podem ser multiplicados por estaquia (PIZETTA; PIVETTA, 2005).

De acordo com Mengel et al. (2001), durante o crescimento vegetativo, o qual consiste principalmente do crescimento e formação de novas folhas, caules e raízes, o nitrogênio controla a taxa de crescimento da planta em grande escala, pois nessa fase, os tecidos meristemáticos são caracterizados por alta síntese protéica, e os fotossintatos transportados para esses locais são usados, predominantemente, na síntese de ácidos nucléicos e proteínas.

Independente das doses aplicadas de nitrogênio, Cabrera (2000) verificou que a época do ano tem um efeito na produção de roseiras, com elevada produção de rosas e matéria seca no verão e as menores produções no inverno. Nas condições limitadas de luz no inverno, as doses de nitrogênio não promoveram alterações significativas na produção das roseiras.

3.3.3 Concentração e acúmulo de nutrientes

Aos 256 dias após o transplântio, as concentrações de P, K, Ca, B e Fe nas folhas dos cultivares “Vegas” e “Tineke”, (Tabelas 5 e 6), de acordo com Vetanovetz (1996), encontram-se dentro das faixas consideradas adequada e alta para roseiras e as concentrações de N, Mg e Cu, na faixa de deficiência.

Tabela 5 – Médias das concentrações de macro e micronutrientes nas folhas de roseiras, cultivar “Vegas”, em função dos dias após o transplântio (dat)

| Dat | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|-----|-----------------------------------|------|-------|-------|------|------|------------------------------------|------|--------|--------|-------|
| | ----- g kg ⁻¹ MS ----- | | | | | | ----- mg kg ⁻¹ MS ----- | | | | |
| 60 | 31,89 | 3,70 | 23,40 | 14,58 | 2,48 | 2,45 | 63,61 | 4,28 | 91,98 | 66,73 | 24,65 |
| 88 | 25,80 | 2,86 | 25,50 | 15,03 | 1,13 | 2,30 | 150,15 | 4,43 | 278,33 | 119,73 | 29,35 |
| 116 | 26,01 | 2,76 | 20,91 | 16,24 | 2,43 | 1,82 | 96,01 | 3,20 | 313,48 | 168,20 | 52,15 |
| 144 | 21,74 | 1,97 | 20,34 | 16,15 | 2,68 | 2,74 | 120,77 | 5,20 | 442,68 | 258,65 | 37,88 |
| 172 | 25,48 | 2,72 | 19,44 | 10,51 | 2,38 | 2,52 | 65,58 | 4,75 | 195,38 | 293,78 | 53,25 |
| 200 | 23,59 | 2,67 | 22,06 | 12,08 | 2,50 | 3,08 | 82,79 | 4,13 | 205,70 | 353,80 | 73,93 |
| 228 | 25,10 | 3,06 | 23,72 | 12,11 | 2,45 | 2,00 | 88,42 | 4,53 | 183,45 | 282,15 | 64,70 |
| 256 | 27,02 | 3,39 | 22,27 | 12,53 | 2,03 | 2,56 | 78,72 | 3,35 | 102,25 | 219,45 | 56,50 |

Tabela 6 – Médias das concentrações de macro e micronutrientes nas folhas de roseiras cultivar “Tineke” em função dos dias após o transplântio (dat)

| Dat | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|-----|-----------------------------------|------|-------|-------|------|------|------------------------------------|------|--------|--------|-------|
| | ----- g kg ⁻¹ MS ----- | | | | | | ----- mg kg ⁻¹ MS ----- | | | | |
| 60 | 22,44 | 2,47 | 24,99 | 15,50 | 1,80 | 1,80 | 38,66 | 5,60 | 212,20 | 28,20 | 28,23 |
| 88 | 25,94 | 2,88 | 21,93 | 13,66 | 1,65 | 2,63 | 47,60 | 3,98 | 202,30 | 101,18 | 32,53 |
| 116 | 22,86 | 2,40 | 18,62 | 13,78 | 1,20 | 1,92 | 77,22 | 3,33 | 244,00 | 81,30 | 19,75 |
| 144 | 24,85 | 2,08 | 23,33 | 12,94 | 1,85 | 2,10 | 47,41 | 3,55 | 187,60 | 305,28 | 52,15 |
| 172 | 20,93 | 1,74 | 23,97 | 11,03 | 2,08 | 2,00 | 58,18 | 3,50 | 97,85 | 274,38 | 58,43 |
| 200 | 21,00 | 2,08 | 22,63 | 16,79 | 2,13 | 1,89 | 59,52 | 2,58 | 214,48 | 333,80 | 79,75 |
| 228 | 21,28 | 2,04 | 22,82 | 12,54 | 1,90 | 1,78 | 64,43 | 3,20 | 178,30 | 406,40 | 70,70 |
| 256 | 26,53 | 2,21 | 21,10 | 15,89 | 1,48 | 2,37 | 54,95 | 4,90 | 175,30 | 495,18 | 96,05 |

A aplicação de 3,55 g de nitrogênio por planta, no primeiro ano, não foi suficiente para suprir a concentração considerada adequada de nitrogênio nas folhas das roseiras (maior que 35 g kg⁻¹ de N). De acordo com Casarini (2004), a aplicação de 10 g ano⁻¹ de nitrogênio por planta é capaz de suprir a exigência nutricional das roseiras. O mesmo autor verificou que as doses 10, 20, 30 e 40 g ano⁻¹ de N aplicadas foram suficientes para promover aumento linear na concentração de nitrogênio nas folhas, com valores mínimo e máximo de 35,1 e 38,7 g kg⁻¹ de N, para os tratamentos com menor e maior dose, respectivamente.

Com uma aplicação de nitrogênio no solo de 3,32 g ano⁻¹ por planta, em rosas de corte, Tamini et al. (1999) alcançaram concentrações de nitrogênio nas folhas, menor que 30 g kg⁻¹, com uma eficiência de utilização do elemento aplicado de 39% e justificam que essa eficiência da recuperação baixa do fertilizante nitrogenado é influenciada por muitos fatores, como as próprias características da planta, o sistema radicular, a forma e a frequência de aplicação do fertilizante, volatilização, as propriedades físicas e químicas do solo, como teor de matéria orgânica, CTC, imobilização física, química e biológica.

Um dos fatores que reduz a concentração foliar do magnésio é a inibição competitiva com o potássio e/ou cálcio, pelos sítios de troca na membrana plasmática das células radiculares. De acordo com Marschner (1995), a competição ocorre entre íons com propriedades físico-químicas semelhantes, como o NH₄⁺ que, em algumas situações, inibe a absorção de K⁺ pelas raízes, ou no caso do Mg²⁺, que sofre forte competição por sítios de troca do tecido radicular, com o Ca²⁺ e o K⁺, e vice-versa.

Observa-se que as relações Ca:Mg e K:Mg nas camadas 0-20 cm de 4,13 e 0,27 para o cultivar “Vegas” e de 2,8 e 0,24 para o cultivar “Tineke”, indicam que o magnésio se encontra em teores adequados no solo, bem como o percentual de magnésio na CTC de 17,3% de 22,4% nos solos com os cultivares “Vegas” e “Tineke”, respectivamente (HAVLIN et al., 2005).

Gabréls e Meneve (1973) demonstram que as roseiras têm demanda elevada por nitrogênio, seguido pelo potássio e magnésio. Quando as exigências elevadas de nitrogênio das plantas são supridas pelo o amônio (N-NH₄⁺) é esperada uma competição na absorção e acumulação entre os nutrientes absorvidos na forma de cátions.

Essa competição foi demonstrada em roseiras por Woodson e Boodley (1982), ao observarem que em concentração elevada de potássio, as plantas absorvem mais N na forma de amônio ($N-NH_4^+$) do que na forma de nitrato ($N-NO_3^-$), bem como ocorre uma redução na concentração foliar de cálcio e magnésio, quando as plantas têm o suprimento de nitrogênio na forma de cátion ($N-NH_4^+$).

Um dos fatores que modificam a absorção do cobre é o antagonismo deste elemento com o cálcio, com a diminuição da absorção de cobre na presença do cálcio.

As concentrações dos macronutrientes nas folhas dos dois cultivares seguem a ordem: $N > K > Ca > P > Mg$. Entre os micronutrientes, foi observado para o cultivar “Vegas” a ordem: $Mn > Fe > B > Zn > Cu$, e para o cultivar “Tineke” a ordem: $Mn > Fe > Zn > B > Cu$ (Tabelas 5 e 6).

O acúmulo de N, P, K, Ca e Zn nas folhas do cultivar “Vegas” foi crescente com a idade (Figuras 5, 6, 7, 8 e 15) e seguem a mesma tendência da acumulação de material seco das plantas. O mesmo comportamento foi observado para o cultivar “Tineke”, para os nutrientes N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (Figuras 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 15).

O acúmulo dos nutrientes no caule foi inferior ao das folhas nos dois cultivares, exceto o fósforo, para o cultivar “Tineke”. Em geral, o acúmulo foi crescente para os nutrientes, com exceção do enxofre, que foi representado por regressão quadrática para os dois cultivares, e do ferro apenas para o cultivar “Tineke”.

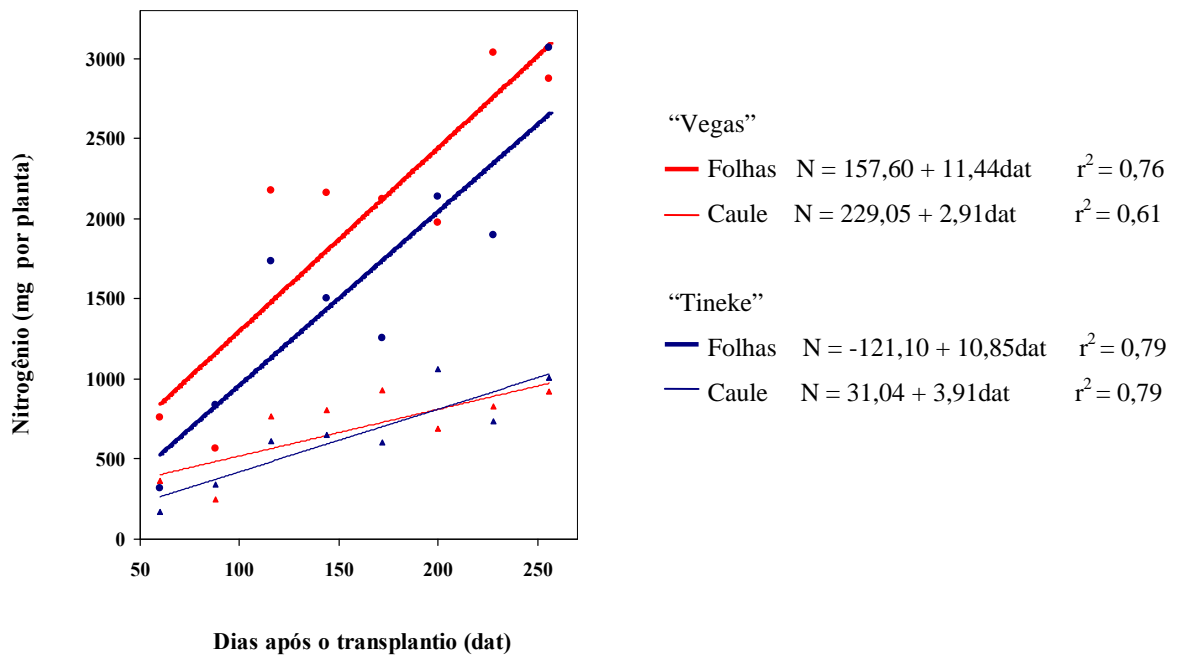


Figura 5 - Nitrogênio acumulado nas folhas e caule, cultivares "Vegas" e "Tineke"

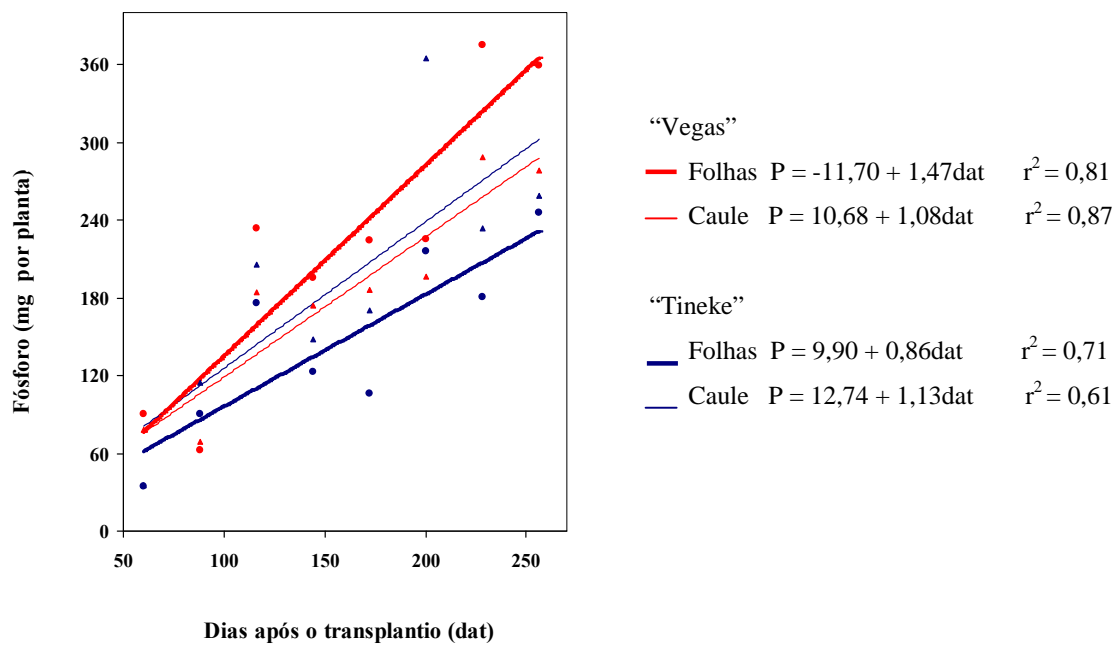


Figura 6 - Fósforo acumulado nas folhas e caule, cultivares "Vegas" e "Tineke"

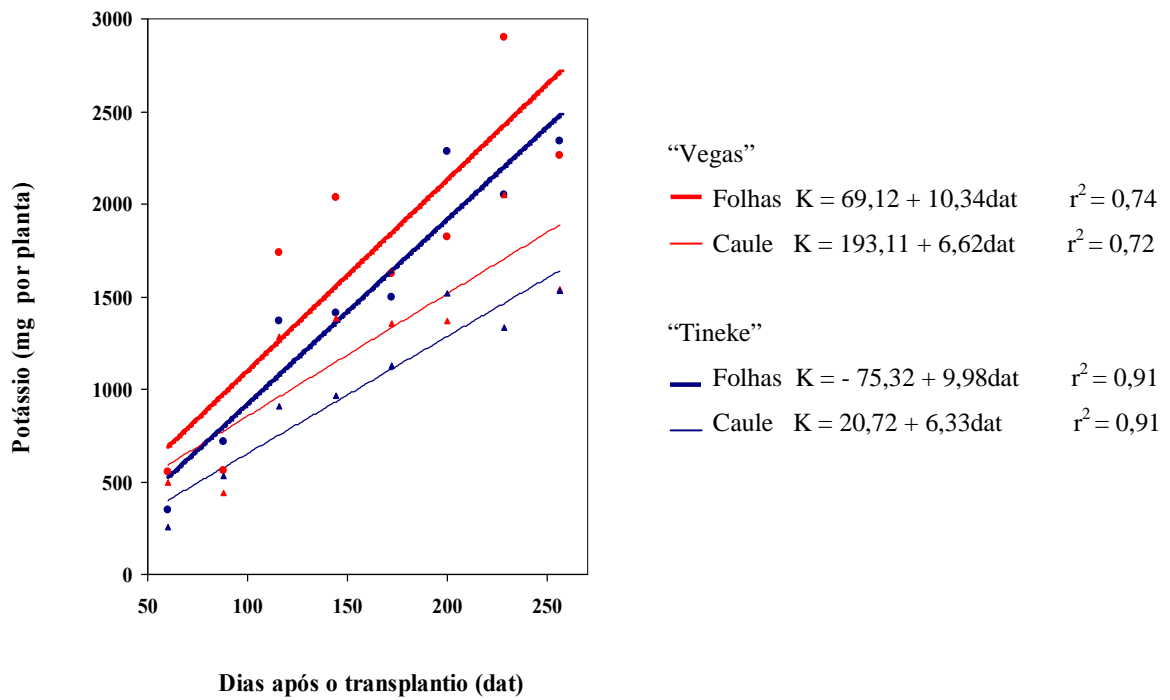


Figura 7 - Potássio acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

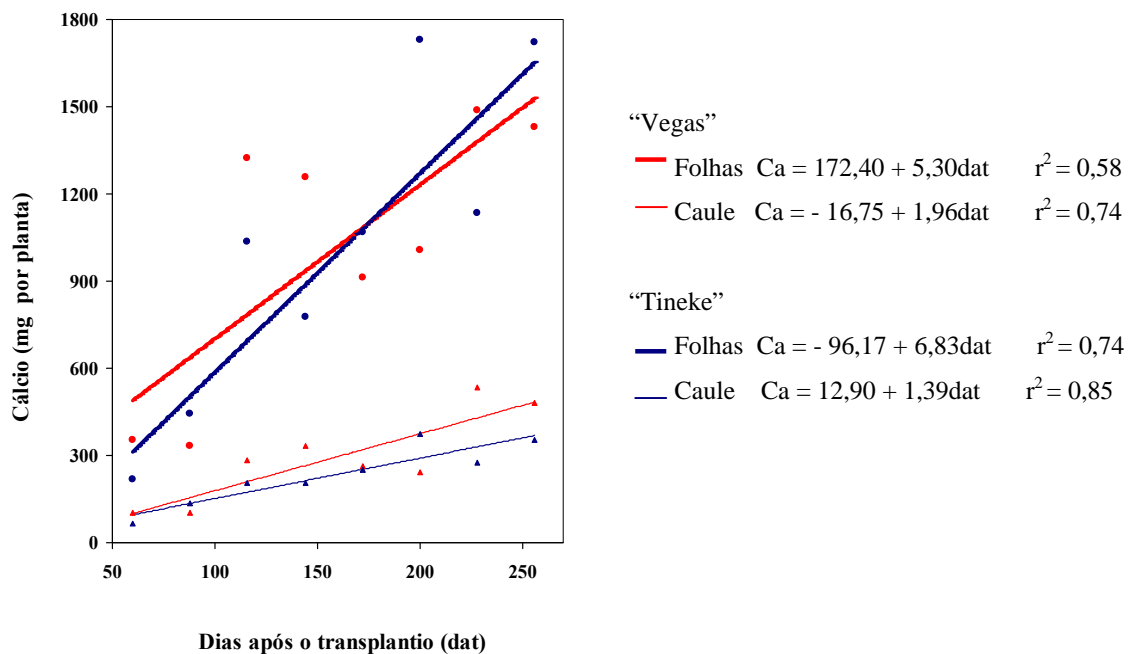


Figura 8 - Cálcio acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

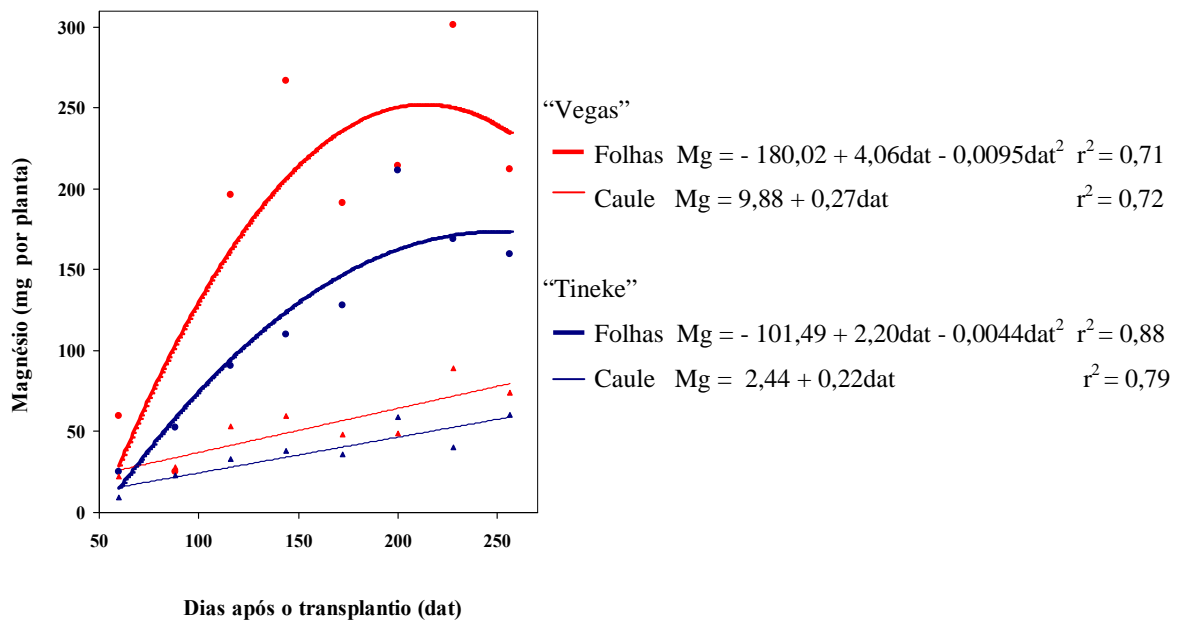


Figura 9 - Magnésio acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

A equação de regressão do acúmulo de Mg, S, B, Cu, Fe e Mn para o cultivar “Vegas” obedeceu a uma equação do segundo grau, o que mostra que o acúmulo desses nutrientes é inicialmente rápido, tendendo a diminuir com a idade, com o acúmulo máximo aos 213, 230, 180, 207, 166 e 213 dias, respectivamente (Figuras 9, 10, 11, 12, 13 e 14). No cultivar “Tineke”, foi observado um comportamento semelhante para o Mg, com acúmulo máximo aos 250 dias (Figura 9).

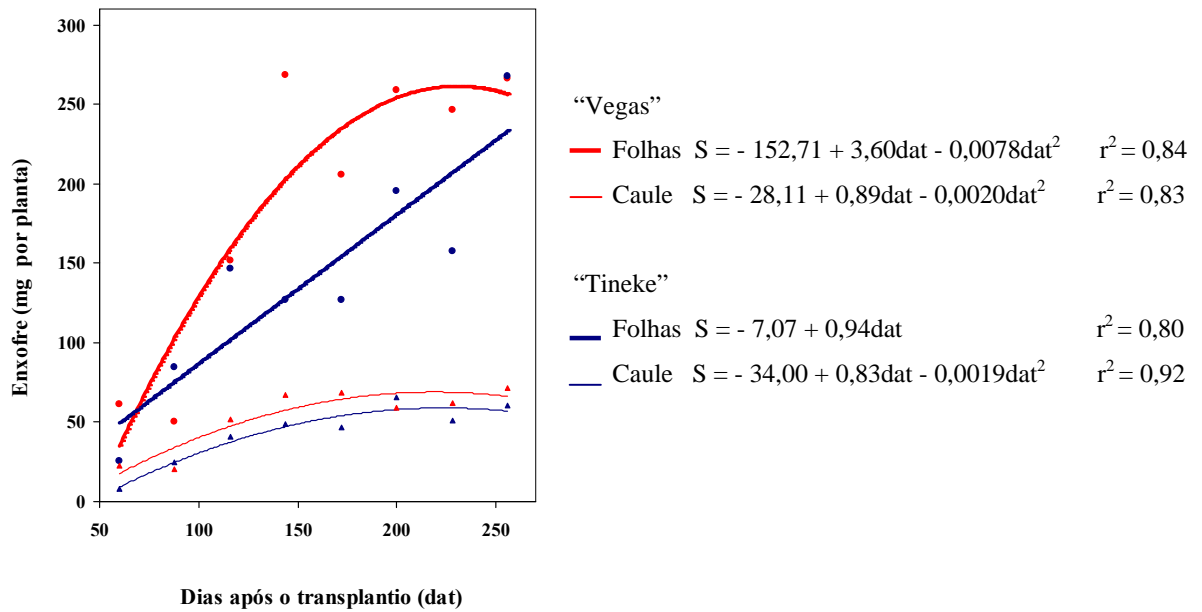


Figura 10 - Enxofre acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

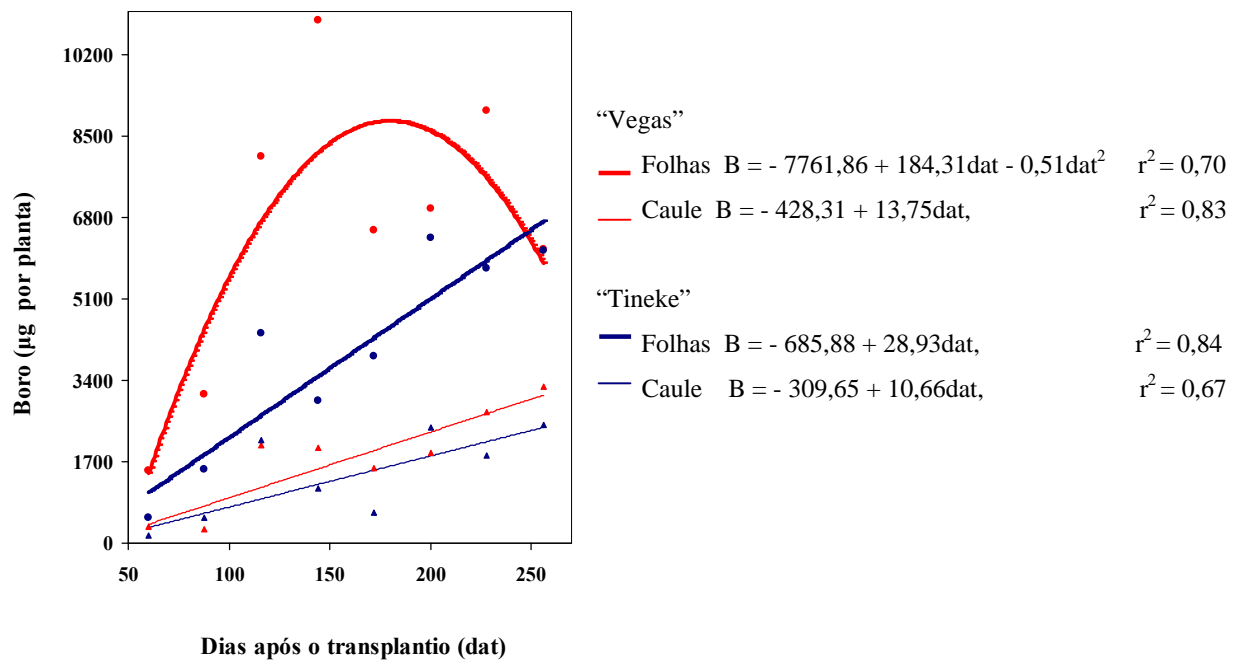


Figura 11 - Boro acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

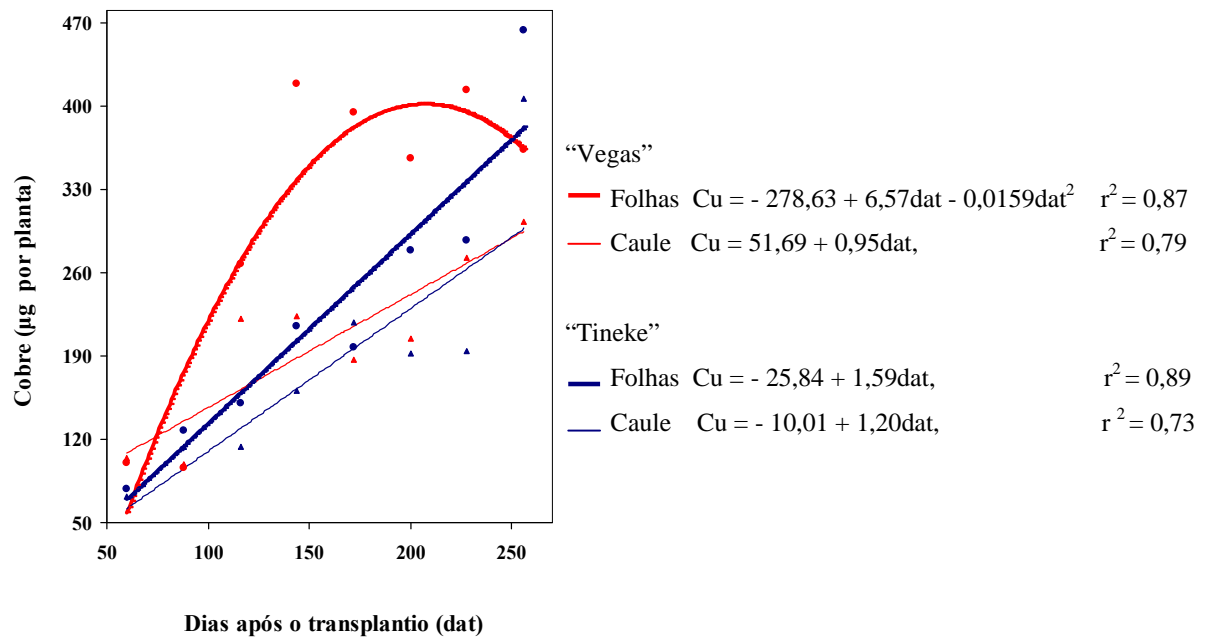


Figura 12 - Cobre acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

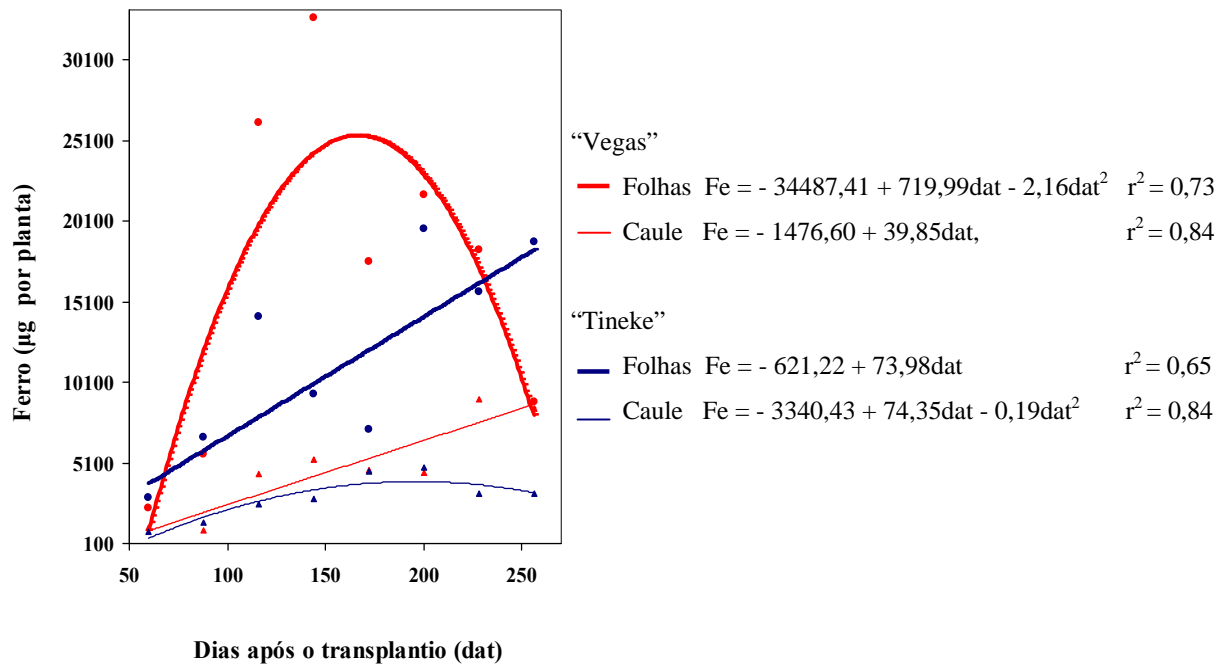


Figura 13 - Ferro acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

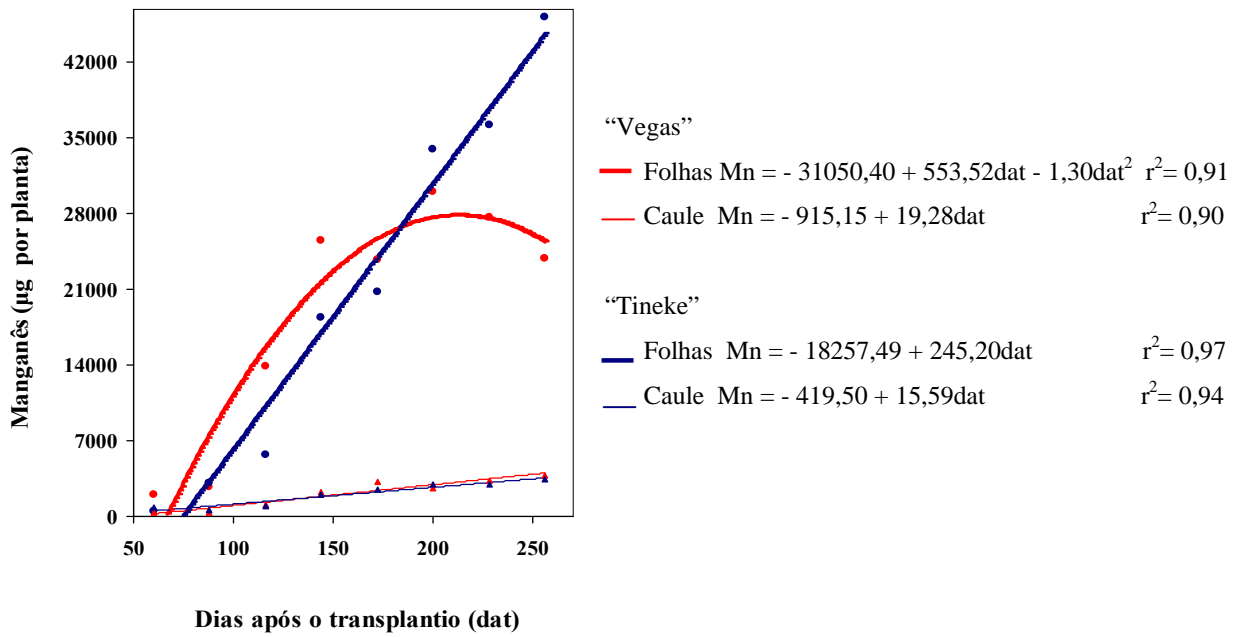


Figura 14 - Manganês acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

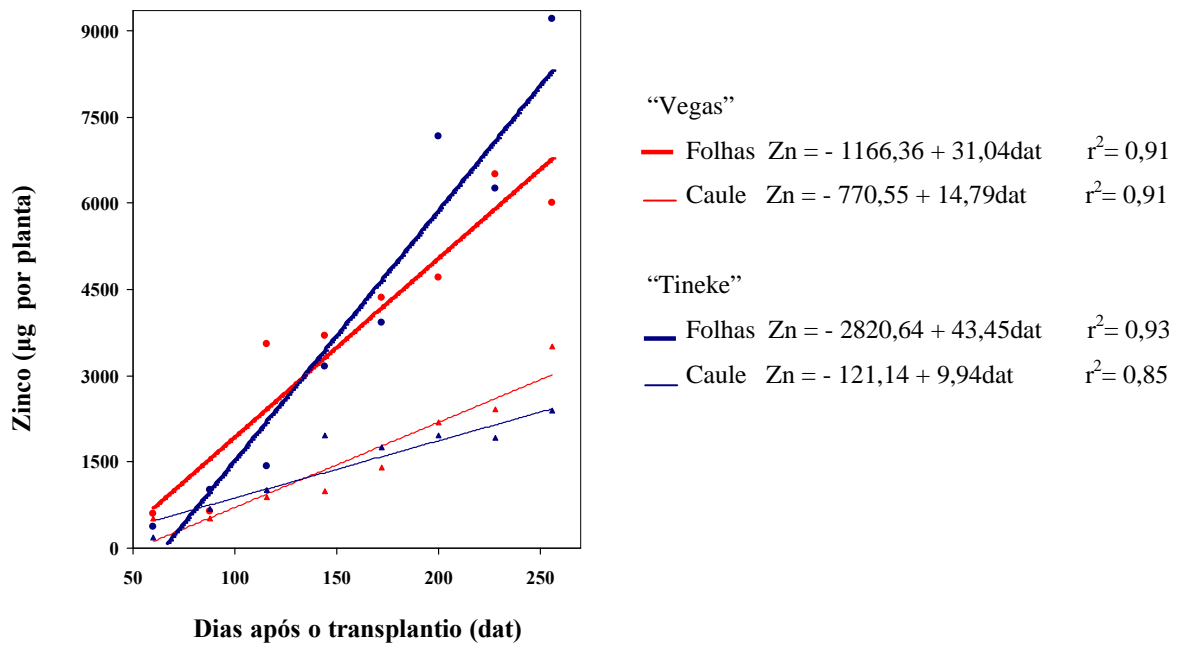


Figura 15 - Zinco acumulado nas folhas e caule, cultivares “Vegas” e “Tineke”

Para o acúmulo de nutrientes nas rosas do cultivar “Vegas”, observou-se diferença significativa apenas para o potássio, boro e ferro e para o cultivar “Tineke”, nitrogênio, fósforo e boro (Figura 16).

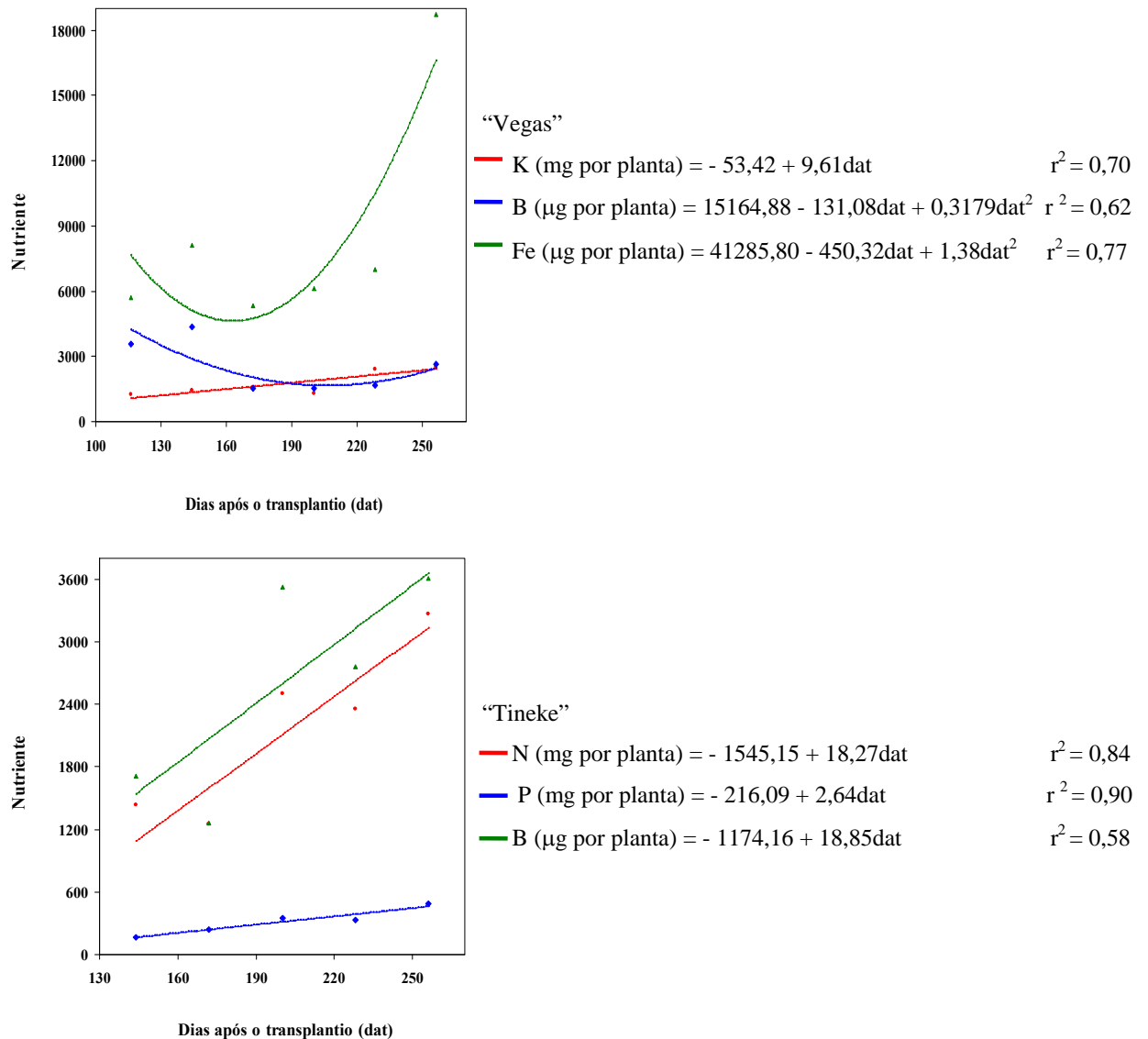


Figura 16 - Acúmulo de nutrientes nas rosas do cultivar “Vegas” e “Tineke”

3.3.4 Exportação de nutrientes

As quantidades de macro e micronutrientes exportadas pela colheita das rosas foram calculadas com base nos acúmulos médios dos nutrientes na haste com uma rosa (folhas + hastes + rosa) para uma população de 66.667 plantas por hectare (Tabela 7).

Os resultados demonstram uma grande exigência nutricional das roseiras por nitrogênio, potássio e manganês para ambos os cultivares, sendo que o cultivar “Tineke” mostrou-se mais exigente em nutrientes do que o cultivar “Vegas”, exceto para o S, B e Mn.

A exportação dos macronutrientes foi: N > K > Ca > P > Mg > S e as quantidades extraídas de nitrogênio e potássio foram superiores as demais, evidenciando a ordem de importância desses nutrientes para as roseiras e, as exportações de fósforo, magnésio e enxofre foram praticamente iguais e, bem inferiores aos demais macronutrientes, tanto para o cultivar “Vegas” quanto para o “Tineke”.

Tabela 7 - Exportação de nutrientes através da colheita de rosas cultivares “Vegas” e “Tineke” (média de 4 repetições)

| Nutrientes | Cultivar “Vegas” | Cultivar “Tineke” |
|------------|---------------------------------|-------------------|
| | ----- kg ha ⁻¹ ----- | |
| N | 7,140 | 11,037 |
| P | 0,940 | 1,190 |
| K | 6,577 | 8,225 |
| Ca | 2,482 | 2,485 |
| Mg | 0,684 | 0,838 |
| S | 0,640 | 0,544 |
| | ----- g ha ⁻¹ ----- | |
| B | 15,270 | 10,914 |
| Cu | 1,460 | 4,780 |
| Fe | 22,010 | 23,214 |
| Mn | 76,240 | 66,536 |
| Zn | 12,750 | 19,178 |

As quantidades extraídas dos micronutrientes pela colheita das rosas foram: $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ para o cultivar “Vegas”, com inversão entre B e Zn para o cultivar “Tineke”.

A exportação dos nutrientes pelos cultivares “Vegas” e “Tineke” foram superiores aos valores encontrados por Tamimi et al. (1999), a partir das hastes florais das rosas de corte cultivar Royalty.

3.5 Conclusões

Os resultados obtidos permitiram verificar que:

- a produção de material seco da parte aérea foi crescente durante o período analisado para os cultivares “Vegas” e “Tineke”;

- o cultivar “Vegas” apresentou maior produção de material seco da parte aérea e menor idade para o início da produção de rosas, em relação o “Tineke”;

- o nitrogênio foi o elemento com maior concentração nas folhas, apesar de se encontrar na faixa considerada como deficiente para as roseiras;

- as plantas do cultivar “Vegas” apresentaram uma demanda crescente dos macronutrientes e um acúmulo máximo de B, Cu, Fe, Mn e Zn entre 166 e 230 dias após o transplântio;

- o cultivar “Tineke” apresentou uma demanda crescente por N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn e um acúmulo máximo de magnésio aos 250 dias após o transplântio.

Referências

ABREU, C.A. de; ABREU, M.F.; RAIJ, B. van; BATAGLIA, O.C.; ANDRADE, J.C. de. Extraction of boron from soil by microwave heating for ICP-AES determination. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, p. 3321-3333, 1994.

CABRERA, R.I. Evaluating yield and quality of roses with respect to nitrogen fertilization and leaf tissue nitrogen status. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 511, p. 133-141, 2000.

CABRERA, R.I.; EVANS, R.Y.; PAUL, J.L. Cyclic nitrogen uptake by greenhouse roses. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 63, p. 57-66, 1995.

CADAHÍA, C.; EYMAR, A.; SÁNCHEZ, A.; LÓPEZ-VELA, D. Differences in nutrient uptake of four rose cultivars in sand culture. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 458, p. 335-341, 1998.

CASARINI, E. **Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (*Rosa* sp.) em ambiente protegido**. 2004. 101p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

GABRIËLS, R.; MENEVE, I.; Nutritional requirements of roses grown in peat. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 1, n. 4, p. 341-349, 1973.

HAVLIN, J.L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. 7th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2005. 515 p.

JOHANSSON, J. Effects of nutrient levels on growth, flowerin and leaf nutrient content of greenhouse roses. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Stockholm, v. 28, p. 363-386, 1978.

LINDSAY, W.L.; NORVELL, W.A. Development of DTPA soil for zinc, iron, manganese and copper. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 42, p. 421-428, 1978.

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

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

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. (Ed.). **Principles of plant nutrition**. 5th ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 849 p.

PIVETTA, K.F.L.; PIZETTA, P.U.C.; PEDRINHO, D.R. Morphologic characterization and evaluation of the productivity of nine rootstocks of rose bush (*Rosa* spp.). **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 603, p. 213-217, 2004.

PIZETTA, P.U.C.; PIVETTA, K.F.L. Produtividade de cultivares de roseira sobre diferentes porta-enxertos ou provenientes de estarquia. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 21-28, 2005.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.; **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 55 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's guide: statistics**, versão 9.1 Cary, 2004.

SIMAO, S.; BARBIN, D.; NYLANDER, O.; OHASHI, B. Mangueira: influência do porta-enxerto e da copa na produção de frutas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 183-188, 1997.

TAMIMI, Y.N.; MATSUYAMA, D.T.; ISON-TAKATA, K.D.; NAKANO, R.T. Distribution of nutrients in cut-flower roses and the quantities of biomass and nutrients removed during **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 2, p. 251-253, 1999.

TOMAZ, M.A.; MARTINEZ, H.E.P.; SAKIYAMA, N.S.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.A. Absorção, translocação e utilização de zinco, cobre e manganês por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 377-384, 2006.

VETANOVETZ, R.P. Tissue analysis and interpretation. In: REED, D.W. **Water, media and nutrition for greenhouse crops**. Batavia: Ball Publ., 1996. chap. 9, p. 197-219.

VITTI, G.C. **Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 37 p.

WOODSON, W.R.; BOODLEY, J.W. Effects of nitrogen form and potassium concentration on growth, flowering and nitrogen utilization of greenhouse roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 107, n. 2, p. 275-278, 1982.

4 DIAGNOSE DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM ROSAS DE CORTE CULTIVAR “Vegas”

Resumo

A diagnose visual de deficiências nutricionais, aliada à diagnose foliar, constitui uma ferramenta de avaliação do estado nutricional das plantas, que auxiliam na prevenção e controle dos níveis considerados adequados dos nutrientes nas plantas. Nesse contexto, objetivou-se descrever e caracterizar a sintomatologia visual das deficiências de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Cu, Mn e Zn e, verificar os efeitos da omissão dos nutrientes no crescimento e na sua concentração e acúmulo na planta. Plantas de rosas, cultivar “Vegas”, foram cultivadas em casa de vegetação no período de agosto a novembro de 2007. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituído por 12 tratamentos (solução nutritiva completa e a solução nutritiva com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn). Os sintomas de deficiência nutricional foram caracterizados de acordo com os sintomas típicos para a maioria das culturas, exceto para o cobre e o manganês. A omissão dos nutrientes afetou a produção de material seco das folhas velhas, folhas novas, caule, rosas e raízes. As concentrações dos nutrientes nas folhas velhas das plantas desenvolvidas em solução nutritiva completa foram: 20,79; 2,52; 22,83; 17,19; 3,30 e 1,37 g kg⁻¹ respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S e, 148,64; 0,63; 151,40; 129,00 e 9,83 mg kg⁻¹ MS respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn, e, para as folhas novas, a concentração foi de 22,61; 3,06; 19,26; 9,60; 2,75 e 1,58 g kg⁻¹ respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S e, 88,69; 0,50; 97,03; 115,40 e 12,00 mg kg⁻¹ respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn. As concentrações nas flores das plantas, que receberam a solução nutritiva, completa foram: 18,87; 2,67; 13,71; 1,86; 0,95; 0,79 e 16,88 g kg⁻¹, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S e 0,30; 32,75; 19,10 e 8,35 mg kg⁻¹ para B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. A ordem de importância dos nutrientes, representada pelo acúmulo nas folhas velhas, seguiu a ordem: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu e, para as folhas novas, a ordem foi: N > K > Ca > P > Mg > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu. O acúmulo de nutrientes na rosa seguiu a ordem: N > K > P > Ca > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Palavras-chave: Rosa; Cultivar “Vegas”; Sintomas de deficiência; Nutrientes

Abstracts

The nutritional deficiencies visual diagnosis, combined with leaf diagnosis, constitutes in a nutritional state evaluation tool, which aids in the prevention and control of the levels considered adequate of plants nutrients. In this scenario, the objective was to describe and characterize the visual deficiencies symptomatology of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Cu, Mn e Zn, and check the effects omission nutrients in the growth, in its plant concentration and accumulation. Rose plants in “Vegas” cultivar were cultivated in greenhouse from August to

November 2007. The experimental design were completely randomized, constituted by 12 treatments (complete nutritive solution and nutritive solution with individual omission of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, and Zn). Nutritional deficiency symptoms were characterized according with the typical symptoms for most of the cultures, except for copper and manganese. The nutrients omission affected the production of old leaves, young leaves, stem, flowers and roots dry matter. The old leaves concentration nutrients of the plants grown with complete nutritive solution were: 20,79; 2,52; 22,83; 17,19; 3,30 e 1,37 g kg⁻¹, respectively for N, P, K, Ca, Mg and S; and, 148,64; 0,63; 151,40; 129,00 and 9,83 mg kg⁻¹, respectively for B, Cu, Fe, Mn and Zn. The young leaves concentration was 22,61; 3,06; 19,26; 9,60; 2,75 and 1,58 g kg⁻¹ respectively for N, P, K, Ca, Mg and S; and 88,69; 0,50; 97,03; 115,40 and 12,00 mg kg⁻¹ respectively for B, Cu, Fe, Mn and Zn. The flowers concentration in plants that took complete nutritive solution was: 18,87; 2,67; 13,71; 1,86; 0,95; 0,79 and 16,88 g kg⁻¹, respectively for N, P, K, Ca, Mg e S; and 0,30; 32,75; 19,10 and 8,35 mg kg⁻¹ for B, Cu, Fe, Mn and Zn, respectively. The nutrients importance order, represented for old leaves accumulation were: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu and, for young leaves, the order was: N > K > Ca > P > Mg > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu. The flowers nutrients accumulation in had the following order: N > K > P > Ca > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Key words: Rose; “Vegas” Cultivar; Deficiency Symptoms; Nutrients

4.1 Introdução

A rosa, representada por vários cultivares, é considerada uma das principais espécies no setor de floricultura no Brasil (FRANCISCO; PINO; KIYUNA, 2003). Ela domina cerca de 30% do mercado de flores de corte, com o uso intensivo de tecnologia e de mão de obra na produção (AKI; PEROSA, 2002).

O setor de floricultura no Brasil passa por mudanças dinâmicas, com ajustes às novas oportunidades e mercados e, no caso de flores de corte, o crescimento dinâmico no balanço comercial indica que a flor cortada está voltando a ser um item importante da pauta de exportação (KIYUNA et al., 2004). Dentro dessa perspectiva, a questão da qualidade, tornou-se fundamental para os produtores de rosa.

Neste contexto, o conhecimento dos sintomas de deficiência nutricional permite a identificação que possibilita, para o caso de culturas semi perenes, como as roseiras, intervenções adequadas. No entanto, é bom lembrar que existem situações em que a deficiência é incipiente,

com um decréscimo no crescimento e produção, sem que, entretanto, apareçam os sintomas típicos (MALAVOLTA, 2006),

Sintomas de deficiências de nutrientes têm sido descritos em algumas pesquisas, no entanto, de acordo com Casarino e Folegatti (2006), a diagnose visual de deficiência, em roseiras, não é muito precisa.

A diagnose visual de deficiências nutricionais, aliada à diagnose foliar, constitui uma ferramenta de avaliação do estado nutricional das plantas, que auxiliam na prevenção e controle dos níveis considerados adequados dos nutrientes nas plantas.

Os objetivos deste trabalho foram descrever e caracterizar a sintomatologia visual das deficiências de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Cu, Mn e Zn e, verificar os efeitos, da omissão desses nutrientes, no crescimento, na concentração e no acúmulo dos nutrientes nas plantas.

4.2 Material e métodos

O experimento, utilizando a técnica de subtração de nutrientes, foi realizado em casa de vegetação (Figura 17) do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, localizada no município de Piracicaba/SP, Brasil, no período de agosto a novembro de 2007.



Figura 17 - Experimento com subtração de nutrientes

Durante o experimento, a temperatura e umidade relativa do ar, do interior da casa de vegetação foram registradas (Figuras 18 e 19). As médias das temperaturas máximas e mínimas diárias foram, respectivamente, de 38,7°C e 21,6°C. As médias dos valores máximos e mínimos da umidade relativa do ar foram de 78,4% e 34,8, respectivamente.

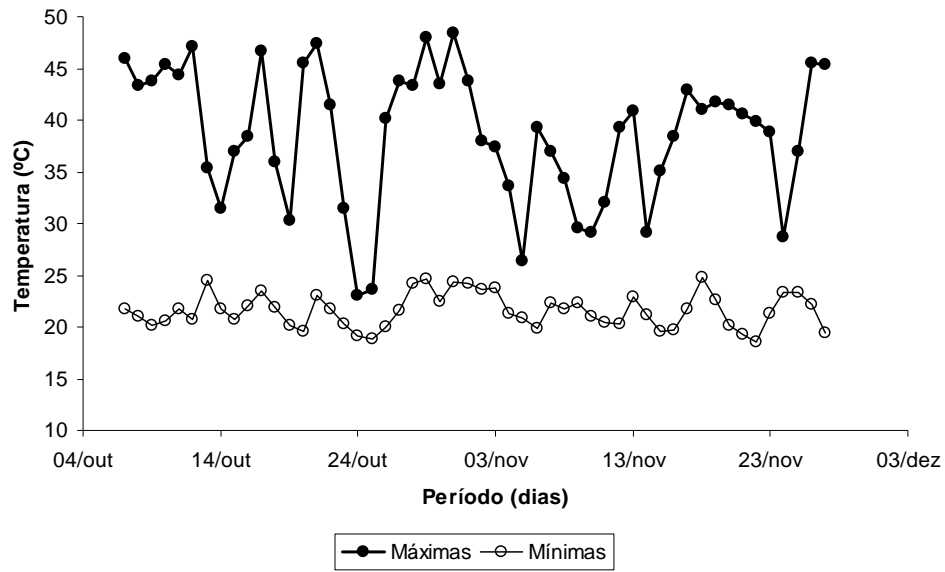


Figura 18 – Temperaturas diárias máximas e mínimas na casa de vegetação

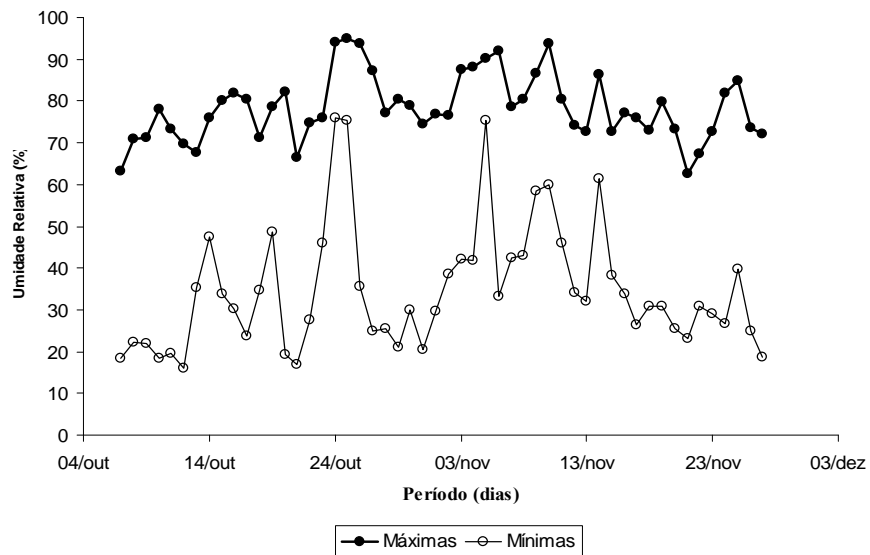


Figura 19 – Umidades relativas do ar diárias máximas e mínimas na casa de vegetação

Foram utilizadas mudas de rosas do cultivar “Vegas”, provenientes da propriedade Maeda Flores, situada no município de Piracaia/SP, Brasil. As mudas foram produzidas por estaqueira e preparadas em copo plástico com capacidade para 240 mL tendo como substrato casca de arroz carbonizada.

As mudas tiveram suas raízes lavadas em água destilada para eliminar resíduos do substrato de enraizamento e, em seguida, foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade para 3,6 L, contendo a solução nutritiva proposta por Sarruge (1975) para experimentos de deficiências minerais em condições controladas (Tabela 8).

Inicialmente, as mudas foram submetidas a 50% da concentração da solução nutritiva completa e 57 dias após o transplante, as mudas foram uniformizadas com uma poda e então submetidas aos tratamentos (Figura 20).

Durante a condução do experimento, a solução nutritiva foi mantida no pH $6,0 \pm 0,2$, com o uso de soluções diluídas de HCl e NaOH. As soluções nutritivas foram renovadas a cada sete dias e a aeração foi realizada por ar comprimido filtrado e borbulhado no vaso, durante um período de 20 minutos, 6 vezes por dia. O volume das soluções nutritivas era verificado diariamente e, quando necessário, completado com água deionizada.



Figura 20 - Preparo das mudas de roseiras para a aplicação dos tratamentos

Tabela 8 - Concentração (mL L⁻¹) da solução estoque utilizada em cada tratamento

| SOLUÇÕES ESTOQUE | Solução Nutritiva Completa | ----- Nutriente Omitido ----- | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|---|---|----|----|---|---|----|----|----|----|
| | | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Fe | Mn | Zn | Cu |
| KH ₂ PO ₄ mol L ⁻¹ | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| KNO ₃ mol L ⁻¹ | 5 | | 5 | | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Ca(NO ₃) ₂ mol L ⁻¹ | 5 | | 5 | 5 | | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| MgSO ₄ mol L ⁻¹ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| KCl mol L ⁻¹ | | 5 | 1 | | | 2 | 2 | | | | | |
| CaCl ₂ mol L ⁻¹ | | 5 | | | | 1 | 1 | | | | | |
| NH ₄ H ₂ PO ₄ mol L ⁻¹ | | | | 1 | | | | | | | | |
| NH ₄ NO ₃ mol L ⁻¹ | | | | 2 | 5 | | | | | | | |
| (NH ₄) ₂ SO ₄ mol L ⁻¹ | | | | | | 2 | | | | | | |
| Mg(NO ₃) ₂ mol L ⁻¹ | | | | | | | 2 | | | | | |
| Micronutrientes* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | |
| Fe-EDTA** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| Micronutrientes - B | | | | | | | | 1 | | | | |
| Micronutrientes - Mn | | | | | | | | | | 1 | | |
| Micronutrientes - Zn | | | | | | | | | | | 1 | |
| Micronutrientes - Cu | | | | | | | | | | | | 1 |

* Composição da solução de micronutrientes (g/L): H₃BO₃, 2,86; MnCl₂.4H₂O, 1,81; ZnCl₂, 0,10; CuCl₂, 0,04; H₂MoO₄.H₂O, 0,02.

** Preparada com 24,9g de FeSO₄.7H₂O dissolvido em 286 mL de NaOH mol L⁻¹ com 26,1g de EDTA dissódico. Aerado por uma noite e completado para 1 litro com água deionizada.

Durante o desenvolvimento das plantas, os sintomas de deficiência nutricional foram observados e descritos. A partir de 23 dias após a aplicação dos tratamentos, alguns sintomas se tornaram definidos e procedeu-se a coleta dessas plantas, e aos 53 dias, fez-se a coleta dos demais tratamentos.

Após a coleta, as plantas foram divididas em raiz, caule, folhas novas, folhas velhas e flores. O material foi lavado em água de torneira e em água destilada, seco ao ar e acondicionado em sacos de papel e levado para estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 65°-70° C, por três dias. Após a secagem, o material vegetal foi pesado e moído, para a determinação dos macronutrientes e micronutrientes segundo a metodologia recomendada por Sarruge e Haag (1974).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído por 12 tratamentos (solução nutritiva completa e a solução nutritiva com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) e 4 repetições, com uma planta por vaso que representava uma parcela. Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico SAS 9.1 para o Windows (2004) e os resultados do teste F, significativos até ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), foram submetidos ao teste Tukey, para a comparação das médias.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Sintomas de deficiência nutricional

As plantas que receberam solução nutritiva completa apresentaram um bom desenvolvimento da parte aérea, com produção de rosas e um sistema radicular bem ramificado (Figura 21). As plantas dos demais tratamentos serão comparadas com as plantas que receberam a solução nutritiva completa.



Figura 21 – Roseiras cultivadas em solução nutritiva completa

4.3.1.1 Omissão de nitrogênio

Aos vinte e três dias com omissão de nitrogênio, as plantas apresentaram amarelecimento generalizado. No final do experimento, foram observados sintomas de deficiência como a redução no crescimento, folhas pequenas, caule delgado, sistema radicular bastante desenvolvido e a produção de flores, porém, as flores apresentaram tamanho reduzido (Figura 22).



Figura 22 – Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de nitrogênio

Roseira cultivada em solução com 30 e 60 mg L⁻¹ de nitrogênio desenvolveu sintoma de deficiência de nitrogênio, bem como uma correlação positiva entre a concentração foliar de N e o teor de clorofila (CABRERA,2000).

O decréscimo na produção de clorofila promove o amarelecimento generalizado nas folhas, conforme observado em plantas deficientes com folhas mais velhas com teores menores de clorofila do que as folhas mais jovens, o que demonstra também a redistribuição do nitrogênio na planta (LIMA FILHO, 1995).

4.3.1.2 Omissão de fósforo

Os sintomas de deficiência de fósforo foram observados, inicialmente, nas folhas jovens, as quais apresentaram pigmentos marrons aos 23 dias de omissão de fósforo. As plantas apresentaram um crescimento reduzido, produção de flores e sistema radicular bem desenvolvido. Com a intensificação da deficiência, as folhas velhas ficaram com uma coloração verde escura e de tamanho menor (Figura 23). De acordo com Mengel et al. (2001), a deficiência de fósforo pode afetar a síntese protéica e de ácidos nucléicos e assim, as plantas têm o seu crescimento retardado.

Pontos avermelhados apareceram, principalmente, nas folhas jovens. Esse sintoma também foi observado por Johansson (1978) em roseiras submetidas a solução nutritiva com deficiência de fósforo.

4.3.1.3 Omissão de potássio

As plantas de roseiras em solução com omissão de potássio manifestaram alguns sintomas de deficiência, logo após o início dos tratamentos. As folhas velhas apresentaram manchas amarelas até a necrose total das folhas. Esse sintoma progrediu para as folhas novas. Houve

redução no crescimento aéreo e das raízes, hábito estiolado, morte das gemas laterais e flores e botões florais com tamanho reduzido e aspecto seco (Figura 24).



Figura 23 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de fósforo



Figura 24 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de potássio

As plantas foram colhidas vinte e três dias após a omissão de potássio, por apresentarem tendência ao tombamento. O potássio, como cátion K^+ , desempenha papel importante na regulação do potencial osmótico das células vegetais, o que determina o teor adequado de água nos tecidos e, sua alta exigência pelas plantas, como o cátion mais abundante, também está relacionado a necessidade de manter concentrações elevadas no citoplasma para garantir atividade enzimática ótima (MALAVOLTA, 2006).

As roseiras submetidas à concentração baixa de potássio não apresentaram, nas folhas, sintomas evidentes da deficiência de potássio (JOHANSSON, 1978). Em plantas cultivadas em solução nutritiva contendo 1 mmol L^{-1} de K, Woodson e Boodley (1982) observaram sintomas de deficiência como crescimento reduzido, clorose e ausência de flores.

4.3.1.4 Omissão de cálcio

A omissão de cálcio foi o tratamento que apresentou, mais precocemente, os sintomas de deficiência. Dez dias após a omissão, as plantas apresentavam manchas amarelas nas folhas velhas, com posterior queda e, aos dezoito dias após o transplante, as plantas foram coletadas apresentando gemas necróticas, ausência de flores e sistema radicular amarronzado e sem brotações novas (Figura 25).

O cálcio é considerado como imóvel na planta e, em consequência disso, os sintomas de deficiência deveriam aparecer primeiramente nas folhas jovens, no entanto, isto não foi observado neste experimento. Sintomas de deficiência de cálcio, que apareceram primeiramente nas folhas velhas de roseiras, também foram observados por Johansson (1978) e Haag et al. (1974).

Roseiras cultivadas em solução nutritiva com $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$ de cálcio promoveu sintomas como redução no crescimento do caule, necrose nas folhas velhas (BAR-TAL et al., 2001). Nesse experimento, também foi observada variações significativas na concentração foliar entre os cultivares First Red, Escala e Mercedes.

Pesquisas demonstram que as plantas deficientes de cálcio produzem flores com pétalas quebradiças e com as margens necrosadas (WOLTZ; HARBAUGH, 1986; CASARINI; FOLEGATTI, 2006).



Figura 25 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de cálcio

4.3.1.5 Omissão de magnésio

O magnésio foi o segundo nutriente que mais precocemente afetou o desenvolvimento das roseiras, as quais foram colhidas aos vinte e quatro dias após a omissão do magnésio.

As folhas velhas apresentavam manchas amarelas, incluindo também as nervuras, as quais se estenderam até as folhas novas. As manchas nas folhas progrediram para necrose e a posterior queda das folhas. Sintomas semelhantes foram observados por Johansson (1978) em roseiras cultivadas em solução nutritiva com concentração baixa de magnésio.

Outros sintomas da deficiência de magnésio foram observados, como um número reduzido de flores e estas, com pétalas ressecadas, morte das gemas laterais e as raízes, apesar de apresentarem tamanho normal, estavam amarronzadas (Figura 26).



Figura 26 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de magnésio

4.3.1.6 Omissão de enxofre

As plantas que não foram supridas com enxofre apresentaram um bom desenvolvimento e como sintoma típico da deficiência deste nutriente, as folhas novas apresentavam-se com um verde mais claro e de tamanho reduzido (Figura 27). Casarini e Folegatti (2006) comentam que os sintomas de deficiência de S são difíceis de aparecer.



Figura 27 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de enxofre

4.3.1.7 Omissão de boro

Os sintomas típicos de deficiência de boro foram observados nas roseiras, como folhas jovens distorcidas e com pontos necróticos, gemas e ápices terminais necróticos, botões florais deformados e sua morte precoce (Figura 28). As raízes tiveram ramificação curta e coloração amarronzada.

Em roseiras submetidas à deficiência de boro, Dordas e Brown (2005) observaram: a) a morte de algumas células após 24 horas da omissão do B, e o processo seguiu de forma rápida nos seguintes dias; b) um pequeno rompimento oxidativo (indicado pela produção do radical livre H_2O_2) e, c) as quantidades crescentes de fenóis, observadas no meio de cultura do tratamento com omissão de B, indica a perda da integridade da membrana, porém os resultados sugerem que este aumento foi uma consequência secundária da morte celular.

4.3.1.8 Omissão de ferro

As roseiras supridas com omissão de ferro apresentaram os primeiros sintomas de deficiência nutricional. Após dez dias da omissão de ferro as folhas jovens apresentaram clorose internerval (Figura 29). As folhas tornam-se cloróticas, devido ao papel do ferro na síntese do complexo clorofila-proteína no cloroplasto e a baixa mobilidade do ferro deve-se, provavelmente, à sua precipitação na forma de óxidos ou fosfatos insolúveis nas folhas velhas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

À medida que a deficiência desse nutriente prosseguiu, foram observados pigmentos vermelhos nas folhas jovens e aos trinta e dois dias, a clorose internerval se estendeu para as folhas intermediárias



Figura 28 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de boro



Figura 29 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de ferro

4.3.1.9 Omissão de manganês

A omissão de manganês não afetou, visualmente, o desenvolvimento das roseiras. O sintoma visível de deficiência atribuído a esse nutriente foi o aparecimento de manchas necróticas pequenas nas bordas da folhas jovens (Figura 30).

O sintoma típico de deficiência de Mn, como clorose entre as nervuras das folhas novas, foi observado por Haag et al. (1974) após 82 dias de omissão de Mn.

4.3.1.10 Omissão de cobre

A deficiência de cobre foi caracterizada pela produção de folhas verde escuras primeiramente nas folhas novas e depois nas velhas (Figura 31). As folhas jovens apresentaram manchas necróticas nas margens, conforme citado por Casarini e Folegatti (2006), os quais comentam que, devido aos tratamentos fitossanitários na cultura da roseira, a deficiência de cobre é difícil de ser observada.

Houve um desenvolvimento normal da parte aérea e das raízes, uma produção elevada de rosas, porém, algumas apresentavam pétalas com as margens queimadas.

Sintomas como, folhas velhas de coloração verde intensa e folhas novas com coloração verde clara com as nervuras principais com coloração verde foram observados em roseiras cultivadas em solução nutritiva (HAAG et al., 1974).

4.3.1.11 Omissão de zinco

Os sintomas de deficiência de zinco observados foram a redução do crescimento internodal, folhas jovens menores e com coloração verde mais claro, folhas compridas, estreitas e com margens retorcidas. O desenvolvimento das plantas foi reduzido e não houve produção de rosas até os cinquenta e dois dias após a omissão de zinco (Figura 32).

De acordo Taiz e Zeiger (2004), a clorose em plantas deficientes de zinco está relacionado com o papel do zinco na síntese da clorofila em algumas plantas.



Figura 30 - Roseira cultivada em solução nutritiva com omissão de manganês



Figura 31 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de cobre



Figura 32 - Roseiras cultivadas em solução nutritiva com omissão de zinco

4.3.2 Produção de material seco

Como indicador do crescimento foram utilizados os resultados de produção de material seco das diferentes partes da planta, em função dos tratamentos.

A análise de variância, dos resultados da produção de material seco total, revelou que a omissão de nutrientes afetou o desenvolvimento das roseiras (Figura 33). As maiores produções de material seco foram obtidas nos tratamentos com solução nutritiva completa e com omissão de fósforo, ferro e cobre. No tratamento com omissão de cálcio, o crescimento total das plantas foi reduzido em até 4,7 vezes em comparação com as plantas do tratamento completo.

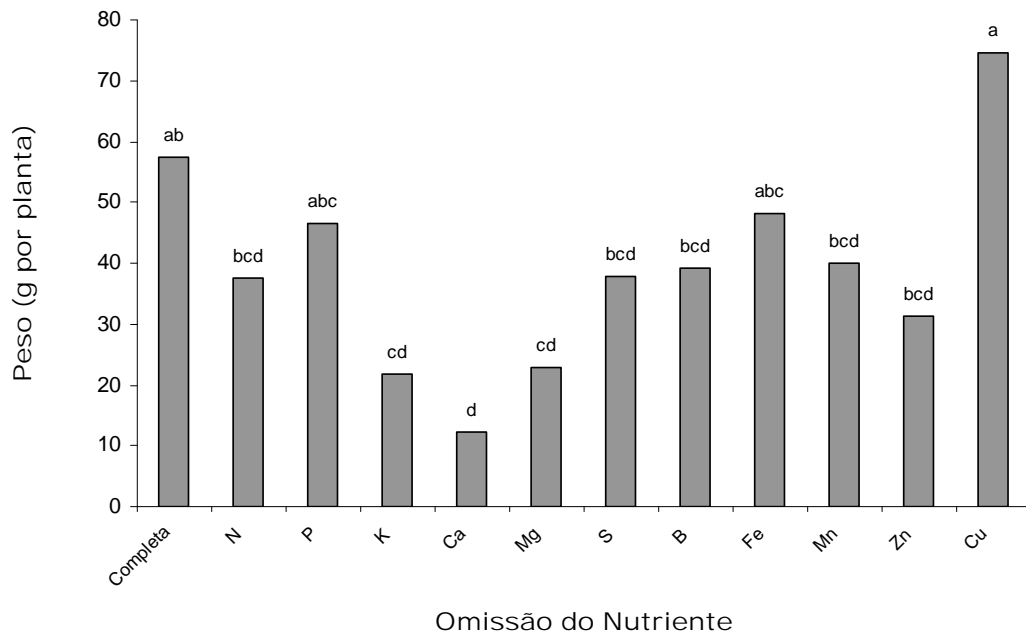


Figura 33 – Produções médias de material seco das roseiras

Observou-se ainda, uma diferença significativa entre os tratamentos, para as médias de produção de material seco das folhas velhas, folhas novas, caule, flores, parte aérea, raízes e relação raízes/parte aérea (Tabela 9).

As plantas com omissão de nitrogênio tiveram um aumento de 53% na produção das raízes, embora não significativo. No entanto, a relação raízes/parte aérea elevada demonstra que a ausência de nitrogênio determinou um aumento na produção de raízes. Com resultados semelhantes em roseiras, Johansson (1978) comenta que a deficiência de nitrogênio restringe o crescimento aéreo e pode induzir à transferência de carboidratos da parte aérea para o sistema radicular.

Em virtude da precocidade dos sintomas de deficiência nutricional, os tratamentos com omissão de Ca, K e Mg foram colhidos 18, 23 e 24 dias após o transplântio, respectivamente. Em virtude dessa antecedência, as plantas submetidas a esses tratamentos tiveram os menores resultados de material seco produzido em comparação com o tratamento completo.

O tratamento com omissão de cálcio foi o que mais afetou a produção de material seco, quando comparado com o tratamento completo, com redução de 70%, 77%, 79%, 70 e 79% das folhas velhas, folhas novas, caule, raízes e parte aérea, respectivamente. A omissão de cálcio e zinco afetou desfavoravelmente o desenvolvimento das plantas, as quais não chegaram ao estágio de produção de flores.

A produção de flores foi fortemente afetada pela omissão de um dos nutrientes, apesar de ser significativo apenas para os tratamentos com omissão de potássio, magnésio e boro, a omissão de N, P, S, Fe e Mn produziram apenas 37%, 45%, 34%, 58% e 57%, respectivamente, das flores do tratamento completo.

Ao observar a produção de flores em um período de cinco anos, Johansson (1978) mostrou que o cultivo de roseiras em solução nutritiva com deficiência de N, P, Ca e Mg reduziu significativamente o número de flores colhidas, sem levar em consideração a produção baixa do primeiro ano. No entanto, somente a deficiência de P causou a redução no material seco das flores produzidas, bem como no número menor de pétalas.

Tabela 9 – Produções médias de material seco nas diferentes partes da planta e a relação raízes/parte aérea Cultivar “Vegas”

| Tratamento | Folhas velhas | Folhas novas | Caule | Flores | Raízes | Parte aérea | Raízes/Parte aérea |
|---------------|--------------------------|--------------|------------|----------|----------|-------------|--------------------|
| | ----- g por planta ----- | | | | | | |
| Completo | 16,15 ab | 7,30 ab | 19,92 ab | 9,29 ab | 4,68 abc | 52,66 ab | 0,088 b |
| Omissão de N | 6,94 cd | 4,85 bc | 15,10 abcd | 3,43 bc | 7,14 a | 30,33 bcd | 0,245 a |
| Omissão de P | 11,88 abcd | 6,76 abc | 17,73 abc | 4,18 bc | 6,06 ab | 40,54 bc | 0,153 ab |
| Omissão de K | 7,41 bcd | 3,74 bc | 7,19 cd | 1,62 c | 2,26 bc | 19,56 cd | 0,115 b |
| Omissão de Ca | 4,85 d | 1,68 c | 4,27 d | - | 1,42 c | 10,80 d | 0,128 b |
| Omissão de Mg | 7,99 bcd | 3,03 bc | 7,92 cd | 1,43 c | 2,92 abc | 20,01 cd | 0,145 b |
| Omissão de S | 12,43 abcd | 4,60 bc | 12,90 bcd | 3,18 bc | 4,74 abc | 33,10 bcd | 0,138 b |
| Omissão de B | 12,12 abcd | 5,59 abc | 15,56 abcd | 0,99 c | 5,22 abc | 33,94 bcd | 0,160 ab |
| Omissão de Fe | 14,82 abc | 6,15 abc | 16,71 abc | 5,36 abc | 5,11 abc | 43,03 abc | 0,118 b |
| Omissão de Mn | 12,05 abcd | 5,90 abc | 13,22 abcd | 5,25 abc | 3,50 abc | 36,43 bcd | 0,100 b |
| Omissão de Zn | 9,37 bcd | 3,43 bc | 12,91 bcd | - | 4,64 abc | 26,73 bcd | 0,167 ab |
| Omissão de Cu | 20,40 a | 10,15 a | 25,25 a | 11,65 a | 6,99 a | 67,46 a | 0,103 b |
| CV(%) | 32,29 | 40,29 | 32,54 | 49,90 | 38,68 | 29,30 | 28,31 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4.3.3 Concentração e acúmulo de nutrientes

As concentrações dos nutrientes nas folhas velhas e novas, em função dos tratamentos, encontram-se nas Tabelas 10 e 11. Os resultados das concentrações foliares tiveram como referência as plantas que receberam solução nutritiva completa.

De acordo com Vetanovetz (1996), as concentrações de P e K, encontram-se na faixa considerada adequada para roseiras, já as concentrações de N, Cu e Zn encontram-se abaixo e, as concentrações de Ca, Mg, B, Fe e Mn acima da faixa adequada, para as folhas velhas. Para as folhas novas, as concentrações de N, K, Ca, Mg, Cu e Zn se encontram abaixo da faixa adequada, P e B acima e, apenas o Fe e Mn se encontram com concentração adequada. Considerando uma referência brasileira, as concentrações de Ca, Mg e Fe das folhas velhas estão adequadas, bem como as de P, K e Mg das folhas novas (TOMBOLATO et al., 1996).

Uma concentração superior para o nitrogênio e inferior para o cálcio foi encontrada por Johansson (1978) em roseiras cultivadas em solução nutritiva, com concentrações foliares de 28,2; 2,6; 22,3; 7,2; 3,1 g kg⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente e 148 mg kg⁻¹ de B. Em quantidades reduzidas desses nutrientes, foram encontrados os resultados: 2,53; 0,17; 1,51; 0,30; 0,23 g kg⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente e 134 mg kg⁻¹ de boro.

A omissão dos macronutrientes na solução nutritiva causou redução significativa do nutriente correspondente nas folhas e/ou a alteração na concentração de algum outro elemento, exceto o enxofre. O tratamento com omissão de N teve redução na sua concentração nas folhas velhas e novas, comparadas com as folhas do tratamento completo, o que revela a exigência desse nutriente em quantidades maiores, para o desenvolvimento da planta. Nesse tratamento, também foi observada uma redução na concentração de S, apenas nas folhas novas.

O potássio, caracterizado pela sua concentração elevada nas plantas, na forma de cátion livre e por sua mobilidade quanto à redistribuição, teve a concentração reduzida apenas nas folhas velhas, quando foi omitido na solução. Já as plantas submetidas à omissão de P e Mg, tiveram suas concentrações respectivas reduzidas nas folhas novas.

Tabela 10 - Médias das concentrações de macronutrientes nas folhas velhas e novas de roseiras, cultivar “Vegas”

| Tratamento | Nitrogênio | | Fósforo | | Potássio | | Cálcio | | Magnésio | | Enxofre | |
|---------------|-----------------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas |
| | ----- g kg ⁻¹ MS ----- | | | | | | | | | | | |
| Completo | 20,79 ab | 22,61 ab | 2,52 cd | 3,06 bc | 22,83 a | 19,26 cd | 17,19 a | 9,60 a | 3,30 a | 2,75 bc | 1,37 abcd | 1,58 abcd |
| Omissão de N | 11,76 c | 11,73 c | 2,02 cd | 2,24 cd | 22,44 a | 17,66 cd | 18,28 a | 12,94 a | 3,30 a | 2,83 bc | 0,86 d | 0,73 e |
| Omissão de P | 16,90 bc | 18,31 bc | 1,17 d | 1,17 d | 24,99 a | 20,28 bcd | 17,48 a | 11,04 a | 3,45 a | 3,03 abc | 1,15 cd | 0,97 de |
| Omissão de K | 24,05 ab | 28,14 a | 4,09 ab | 4,15 ab | 14,54 b | 15,88 d | 20,13 a | 8,09 a | 3,65 a | 2,53 bcd | 1,90 a | 2,03 a |
| Omissão de Ca | 26,67 a | 27,41 ab | 5,25 a | 4,92 a | 23,97 a | 28,56 a | 17,34 a | 10,68 a | 3,68 a | 2,95 abc | 1,83 ab | 1,87 ab |
| Omissão de Mg | 23,87 ab | 26,85 ab | 3,11 bc | 3,13 bc | 22,44 a | 20,66 bcd | 17,91 a | 7,83 a | 3,10 a | 1,73 d | 1,63 abc | 1,66 abc |
| Omissão de S | 17,57 bc | 21,46 ab | 2,01 cd | 2,47 cd | 22,76 a | 22,51 abcd | 19,88 a | 11,01 a | 3,53 a | 2,70 bc | 1,20 bcd | 1,23 cde |
| Omissão de B | 17,73 bc | 18,81 abc | 1,78 cd | 1,88 cd | 20,15 ab | 20,15 bcd | 17,85 a | 10,63 a | 3,40 a | 2,57 bcd | 1,56 abcd | 1,38 abcde |
| Omissão de Fe | 19,32 abc | 23,31 ab | 2,24 cd | 3,03 bc | 23,34 a | 26,27 ab | 16,24 a | 12,19 a | 3,05 a | 2,55 bcd | 1,64 abc | 1,43 abcd |
| Omissão de Mn | 20,16 abc | 23,10 ab | 2,34 cd | 3,22 bc | 23,12 a | 24,23 abc | 19,27 a | 10,92 a | 3,27 a | 3,33 ab | 1,62 abc | 1,27 bcde |
| Omissão de Zn | 18,95 abc | 22,73 ab | 2,07 cd | 2,68 bcd | 25,67 a | 27,03 ab | 19,92 a | 13,53 a | 4,17 a | 3,90 a | 1,56 abcd | 1,26 bcde |
| Omissão de Cu | 23,03 ab | 22,65 ab | 2,43 cd | 2,67 cd | 23,97 a | 20,08 bcd | 21,75 a | 9,01 a | 3,68 a | 2,23 cd | 1,79 abc | 1,00 de |
| CV (%) | 16,18 | 16,92 | 21,36 | 20,24 | 10,90 | 12,82 | 15,61 | 26,47 | 12,22 | 13,71 | 17,71 | 17,92 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 11 - Médias das concentrações de micronutrientes nas folhas velhas e novas de roseiras, cultivar “Vegas”

| Tratamento | Boro | | Cobre | | Ferro | | Manganês | | Zinco | |
|---------------|------------------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas | Folhas velhas | Folhas novas |
| | ----- mg kg ⁻¹ MS ----- | | | | | | | | | |
| Completo | 148,64 ab | 88,69 abc | 0,63 b | 0,50 a | 151,40 a | 97,03 b | 129,00 a | 115,40 a | 9,83 ab | 12,00 ab |
| Omissão de N | 188,83 a | 155,64 a | 0,78 b | 0,83 a | 130,95 a | 88,50 b | 194,20 a | 204,75 a | 11,65 ab | 12,28 ab |
| Omissão de P | 170,63 a | 127,32 ab | 1,03 b | 1,75 a | 123,63 a | 84,63 b | 182,40 a | 169,10 a | 12,38 a | 13,18 ab |
| Omissão de K | 188,25 a | 103,10 ab | 2,45 ab | 2,48 a | 192,43 a | 103,20 b | 101,95 a | 70,05 a | 12,35 a | 17,93 a |
| Omissão de Ca | 169,81 a | 120,72 ab | 3,05 ab | 3,68 a | 212,88 a | 185,33 a | 115,73 a | 103,23 a | 12,93 a | 18,43 a |
| Omissão de Mg | 165,28 ab | 90,75 abc | 2,33 ab | 1,60 a | 165,30 a | 98,10 b | 120,15 a | 83,83 a | 10,00 ab | 11,95 ab |
| Omissão de S | 184,05 a | 97,91 ab | 3,05 ab | 1,85 a | 183,80 a | 102,05 b | 168,08 a | 93,10 a | 10,35 ab | 11,35 ab |
| Omissão de B | 90,47 b | 22,20 c | 1,67 ab | 1,07 a | 150,87 a | 82,70 b | 119,00 a | 90,40 a | 8,73 ab | 10,20 ab |
| Omissão de Fe | 183,23 a | 102,09 ab | 2,70 ab | 2,85 a | 171,38 a | 82,25 b | 175,73 a | 221,13 a | 12,93 a | 19,20 a |
| Omissão de Mn | 216,41 a | 87,25 abc | 5,20 a | 2,47 a | 197,93 a | 101,67 b | 146,13 a | 113,17 a | 11,40 ab | 14,67 ab |
| Omissão de Zn | 209,39 a | 116,57 ab | 3,17 ab | 2,40 a | 171,07 a | 112,60 b | 127,20 a | 98,77 a | 6,93 b | 7,23 b |
| Omissão de Cu | 182,32 a | 67,83 bc | 2,15 ab | 5,20 a | 146,10 a | 70,58 b | 173,98 a | 105,63 a | 11,10 ab | 12,83 ab |
| CV (%) | 16,60 | 26,24 | 53,03 | 81,75 | 22,01 | 25,40 | 30,28 | 57,15 | 17,08 | 26,68 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Alteração nas concentrações dos nutrientes omitidos, na folha velha ou na folha nova, demonstra a importância da caracterização da folha diagnóstica. No Brasil, as concentrações de nutrientes adequadas para roseiras, são consideradas para as folhas totalmente expandidas (TOMBOLATO, et al, 1996).

Os tratamentos com omissão de cálcio e magnésio não tiveram redução nos respectivos nutrientes, nas folhas velhas e novas, quando comparado com os do tratamento completo. No entanto, vale salientar que as plantas destes tratamentos foram colhidas precocemente por apresentarem sintomas nutricionais.

Alteração na concentração de outro elemento foi observada, quando da omissão dos cátions K, Ca, Fe e Zn. Os tratamentos com omissão de K e Ca aumentaram a concentração de P nas folhas velhas das plantas e a omissão de Ca, Fe e Zn causaram aumento na concentração de K nas folhas jovens. A omissão de Zn também reduziu a concentração de Mg nas folhas jovens.

As concentrações dos micronutrientes, nas folhas velhas novas, tiveram poucas alterações significativas quando um nutriente foi omitido. Observa-se um aumento na concentração de ferro nas folhas novas das plantas cultivadas com omissão de cálcio e, as cultivadas com omissão de manganês, aumento da concentração de cobre nas folhas velhas, quando comparadas com as folhas das plantas que receberam a solução nutritiva completa (Tabela 11).

Os resultados do acúmulo dos macronutrientes nas folhas velhas e novas se encontram nas Tabelas 12 e 13, e dos micronutrientes, nas Tabelas 14 e 15.

As plantas cultivadas nos tratamentos com omissão de N, P, K, Ca e Mg tiveram redução no acúmulo do nutriente respectivo, tanto nas folhas velhas como nas folhas jovens. Já as plantas submetidas à omissão de S e B, tiveram o acúmulo reduzido apenas nas folhas jovens, revelando que as quantidades de S e B supridas antes da omissão desses nutrientes não foram suficientes para suprir as necessidades da planta, e que também não houve redistribuição, demonstrando imobilidade desses nutrientes na planta.

O tratamento com omissão de cálcio reduziu, tanto nas folhas velhas como nas novas, o acúmulo de todos os macronutrientes e de Fe. Neste mesmo tratamento, ocorreu redução no acúmulo de B e de Zn, apenas nas folhas velhas.

Os cátions K, Ca e Mg, quando omitido nas soluções nutritivas, reduziram o acúmulo de Fe nas folhas velhas e novas das plantas.

Tabela 12 – Médias do acúmulo de macronutrientes nas folhas velhas de roseiras cultivar “Vegas”

| Tratamento | Nitrogênio | Fósforo | Potássio | Cálcio | Magnésio | Enxofre |
|---------------|---------------------------|-----------|------------|------------|------------|----------|
| | ----- mg por planta ----- | | | | | |
| Completo | 1090,07 ab | 130,54 ab | 1186,53 ab | 908,00 b | 172,25 ab | 71,17 b |
| Omissão de N | 356,59 c | 61,35 c | 692,16 bc | 553,54 bcd | 100,02 bcd | 26,56 bc |
| Omissão de P | 677,35 bc | 46,32 c | 1005,65 b | 667,98 bc | 136,79 bc | 46,67 bc |
| Omissão de K | 463,17 bc | 78,93 bc | 281,55 c | 390,35 cd | 71,48 cd | 36,73 bc |
| Omissão de Ca | 286,14 c | 55,65 c | 256,60 c | 189,45 d | 39,65 d | 19,57 c |
| Omissão de Mg | 466,52 bc | 61,73 c | 448,01 c | 362,58 cd | 58,01 cd | 32,69 bc |
| Omissão de S | 606,57 bc | 66,06 c | 732,66 bc | 620,12 bcd | 116,58 bcd | 40,01 bc |
| Omissão de B | 589,86 bc | 58,49 c | 680,42 bc | 594,42 bcd | 113,10 bcd | 50,88 bc |
| Omissão de Fe | 824,81 bc | 93,71 bc | 997,89 b | 701,36 bc | 130,14 bc | 70,24 bc |
| Omissão de Mn | 758,15 bc | 81,26 bc | 802,85 bc | 672,55 bc | 113,84 bcd | 57,94 bc |
| Omissão de Zn | 509,96 bc | 55,15 c | 684,42 bc | 533,35 bcd | 112,01 bcd | 41,81 bc |
| Omissão de Cu | 1584,43 a | 166,59 a | 1618,56 a | 1463,79 a | 250,73 a | 123,87 a |
| CV (%) | 39,48 | 30,62 | 27,74 | 27,31 | 30,54 | 40,06 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 13 – Médias do acúmulo de macronutrientes nas folhas novas de roseiras cultivar “Vegas”

| Tratamento | Nitrogênio | Fósforo | Potássio | Cálcio | Magnésio | Enxofre |
|---------------|---------------------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | ----- mg por planta ----- | | | | | |
| Completo | 1187,72 ab | 160,61 ab | 1009,92 abc | 504,76 ab | 143,26 a | 82,55 a |
| Omissão de N | 355,45 c | 69,55 c | 540,10 cd | 384,96 abc | 85,03 abc | 22,48 d |
| Omissão de P | 750,58 bc | 45,92 c | 801,79 bcd | 448,30 abc | 122,02 a | 37,58 bcd |
| Omissão de K | 554,28 bc | 81,00 bc | 310,38 d | 154,39 bc | 49,54 bc | 39,65 bcd |
| Omissão de Ca | 295,53 c | 52,50 c | 306,16 d | 118,61 c | 31,89 c | 20,00 d |
| Omissão de Mg | 534,02 bc | 62,13 c | 409,40 d | 156,78 bc | 34,08 c | 32,60 cd |
| Omissão de S | 719,69 bc | 80,04 bc | 724,34 bcd | 363,26 abc | 89,55 abc | 41,02 bcd |
| Omissão de B | 625,56 bc | 63,14 c | 679,11 bcd | 345,14 abc | 85,71 abc | 44,91 bcd |
| Omissão de Fe | 1007,58 abc | 127,10 abc | 1134,06ab | 551,09 a | 107,73 ab | 61,98 abc |
| Omissão de Mn | 857,02 abc | 116,53 abc | 831,90 abcd | 391,29 abc | 118,91 ab | 45,79 abcd |
| Omissão de Zn | 615,56 bc | 70,27 bc | 720,36 bcd | 365,29 abc | 103,73 abc | 33,40 bcd |
| Omissão de Cu | 1560,52 a | 185,43 a | 1361,48 a | 592,29 a | 150,42 a | 67,02 ab |
| CV (%) | 40,35 | 37,34 | 28,33 | 41,27 | 29,75 | 31,07 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 14 – Médias do acúmulo de micronutrientes nas folhas velhas de roseiras cultivar “Vegas”

| Tratamento | Boro | Cobre | Ferro | Manganês | Zinco |
|---------------|---------------------------|-----------|--------------|-------------|-------------|
| | ----- µg por planta ----- | | | | |
| Completo | 7739,11 ab | 34,98 ab | 8092,82 ab | 6824,80 abc | 511,97 abc |
| Omissão de N | 5648,98 bc | 23,97 b | 3993,51 bcd | 5659,91 bc | 347,86 bcd |
| Omissão de P | 6601,22 b | 35,45 ab | 4935,89 bcd | 7500,64 ab | 509,28 abc |
| Omissão de K | 3742,90 bc | 47,54 ab | 3757,54 cd | 1985,17 bc | 239,47 bcd |
| Omissão de Ca | 1833,23 c | 32,61 b | 2290,98 d | 1249,94 c | 137,63 d |
| Omissão de Mg | 3414,95 bc | 49,20 ab | 3346,42 cd | 2455,84 bc | 201,24 cd |
| Omissão de S | 5940,53 bc | 92,04 ab | 5483,84 abcd | 5359,79 bc | 321,20 bcd |
| Omissão de B | 3172,09 bc | 59,85 ab | 5317,06 abcd | 4029,28 bc | 290,70 bcd |
| Omissão de Fe | 8090,33 ab | 115,39 ab | 7311,95 abc | 5313,36 bc | 558,81 ab |
| Omissão de Mn | 7536,66 ab | 223,23 a | 7152,65 abc | 5439,26 bc | 413,27 abcd |
| Omissão de Zn | 5571,45 bc | 83,96 ab | 4525,93 bcd | 3379,07 bc | 180,13 cd |
| Omissão de Cu | 12174,72 a | 139,05 ab | 9677,52 a | 11930,42 a | 758,16 a |
| CV (%) | 31,17 | 86,58 | 31,43 | 44,27 | 34,69 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 15– Médias do acúmulo de micronutrientes nas folhas novas de roseiras cultivar “Vegas”

| Tratamento | Boro | Cobre | Ferro | Manganês | Zinco |
|---------------|---------------------------|-----------|------------|------------|-----------|
| | ----- μg por planta ----- | | | | |
| Completo | 4589,47 abc | 25,02 b | 5154,21 a | 5930,25 ab | 632,25 ab |
| Omissão de N | 4590,17 abc | 24,53 b | 2678,71 ab | 5932,36 ab | 371,51 ab |
| Omissão de P | 5176,24 a | 69,08 ab | 3290,29 ab | 7064,99 ab | 543,46 ab |
| Omissão de K | 1997,15 abcd | 49,31 ab | 2000,39 b | 1387,62 b | 355,38 ab |
| Omissão de Ca | 1328,91 cd | 39,41 b | 1777,42 b | 1123,91 b | 196,10 b |
| Omissão de Mg | 1851,41 bcd | 33,81 b | 1918,86 b | 1595,78 b | 234,43 b |
| Omissão de S | 3149,09 abcd | 52,34 ab | 3208,66 ab | 2959,20 b | 371,34 ab |
| Omissão de B | 776,54 d | 42,97 ab | 2856,99 ab | 2884,37 b | 334,47 ab |
| Omissão de Fe | 4654,96 ab | 129,14 ab | 3542,87 ab | 13057,55 a | 834,01 a |
| Omissão de Mn | 2926,21 abcd | 76,34 ab | 3337,53 ab | 4859,09 ab | 522,87 ab |
| Omissão de Zn | 3063,42 abcd | 61,97 ab | 3011,33 ab | 2611,62 b | 188,14 b |
| Omissão de Cu | 4428,55 abc | 310,67 a | 4712,45 a | 7128,81 ab | 580,26 ab |
| CV (%) | 40,35 | 131,40 | 33,36 | 70,70 | 43,79 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A omissão dos nutrientes em roseiras reduziu o acúmulo de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn na ordem de 73, 80, 49, 62, 57, 41, 52, 31 e 49%, respectivamente, em comparação com as plantas que receberam solução nutritiva completa (HAAG et al., 1974).

A omissão de um dos nutrientes na solução nutritiva não reduziu a concentração dos macronutrientes nas flores, com exceção da concentração de fósforo que foi reduzida significativamente nas flores das plantas cultivadas com omissão de potássio (Tabela 16).

Feigin et al. (1986), em experimento em casa de vegetação, observaram a solução nutritiva com a relação 0,25 de $\text{NH}_4^+ / (\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-)$ resultou em maior número de flores por planta e, essas flores apresentaram concentrações de macronutrientes superiores ao encontrado nesse experimento, com médias de 23,3; 3,1; 24,0; 7,0 e 2,4 g kg^{-1} de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. O aumento até 0,5 na relação amônio/nitrato reduziu a concentração de cálcio nas flores.

A análise de variância revelou que a concentração dos micronutrientes nas flores não foi alterada, significativamente, com a omissão de um dos nutrientes na solução nutritiva.

Quanto ao acúmulo dos macronutrientes nas flores, apenas a concentração de nitrogênio foi reduzida, quando as plantas não foram supridas com nitrogênio (Tabela 17). Para os micronutrientes, a omissão de ferro na solução, aumentou o acúmulo de cobre nas flores (Tabela 18).

Tabela 16 – Médias da concentração de nutrientes nas flores do cultivar “Vegas”

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|---------------|-----------------------|----------|---------|--------|--------|---------|------------------------|--------|---------|---------|---------|
| | g kg ⁻¹ MS | | | | | | mg kg ⁻¹ MS | | | | |
| Completo | 18,87 ab | 2,67 bc | 13,71 a | 1,86 a | 0,95 a | 0,79 ab | 16,88 a | 0,30 a | 32,75 a | 19,10 a | 8,35 a |
| Omissão de N | 10,36 b | 2,64 bc | 13,96 a | 1,80 a | 0,85 a | 0,56 b | 22,30 a | 2,78 a | 56,23 a | 22,98 a | 12,95 a |
| Omissão de P | 18,83 ab | 2,17 c | 14,54 a | 1,35 a | 1,13 a | 0,80 ab | 19,98 a | 4,73 a | 52,33 a | 20,90 a | 13,05 a |
| Omissão de K | 31,59 a | 4,37 a | 16,32 a | 1,67 a | 1,10 a | 1,30 a | 22,61 a | 2,20 a | 47,47 a | 23,20 a | 13,73 a |
| Omissão de Ca | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Omissão de Mg | 25,71 a | 3,40 abc | 16,32 a | 1,07 a | 0,83 a | 0,99 ab | 19,61 a | 2,03 a | 54,50 a | 22,23 a | 7,50 a |
| Omissão de S | 24,82 a | 3,48 ab | 16,32 a | 1,55 a | 1,08 a | 0,91 ab | 17,66 a | 1,88 a | 37,63 a | 18,65 a | 7,93 a |
| Omissão de B | 21,84 ab | - | 18,75 a | 3,53 a | 1,55 a | 0,97 ab | - | 3,50 a | 65,40 a | 22,80 a | 10,07 a |
| Omissão de Fe | 22,72 ab | 3,17 abc | 17,79 a | 2,18 a | 1,35 a | 0,86 ab | 17,03 a | 5,57 a | 39,93 a | 39,97 a | 15,13 a |
| Omissão de Mn | 24,64 a | 3,49 ab | 18,02 a | 2,38 a | 1,37 a | 1,04 ab | 14,75 a | 3,37 a | 36,07 a | 25,73 a | 12,80 a |
| Omissão de Zn | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Omissão de Cu | 22,30 ab | 2,65 bc | 16,01 a | 2,60 a | 1,20 a | 0,79 ab | 22,48 a | 1,95 a | 36,30 a | 33,63 a | 12,65 a |
| CV (%) | 23,96 | 15,80 | 12,57 | 41,70 | 22,75 | 22,57 | 25,34 | 62,62 | 37,62 | 50,74 | 36,33 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 17 – Médias do acúmulo de macronutrientes nas flores do cultivar “Vegas”

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | ----- g por planta ----- | | | | | |
| Completo | 991,41 ab | 139,59 ab | 721,92 ab | 94,86 ab | 50,02 abc | 41,61 ab |
| Omissão de N | 317,00 c | 80,45 b | 424,23 b | 51,74 b | 25,99 bc | 17,28 b |
| Omissão de P | 765,96 bc | 83,71 b | 567,43 b | 58,94 b | 44,70 bc | 32,35 ab |
| Omissão de K | 666,85 bc | 90,62 b | 332,09 b | 35,06 b | 22,48 bc | 27,75 ab |
| Omissão de Ca | - | - | - | - | - | - |
| Omissão de Mg | 546,40 bc | 72,22 b | 353,46 b | 22,33 b | 17,96 c | 21,09 b |
| Omissão de S | 798,21 abc | 112,75 ab | 527,26 b | 48,55 b | 34,29 bc | 29,17 ab |
| Omissão de B | 783,59 abc | - | 668,64 ab | 120,79 ab | 53,64 abc | 26,48 ab |
| Omissão de Fe | 945,93 abc | 136,24 ab | 755,18 ab | 93,09 ab | 55,07 ab | 36,33 ab |
| Omissão de Mn | 828,52 abc | 121,56 ab | 644,31 ab | 93,41 ab | 48,67 abc | 35,72 ab |
| Omissão de Zn | - | - | - | - | - | - |
| Omissão de Cu | 1513,95 a | 178,21 a | 1083,44 a | 174,31 a | 81,03 a | 53,49 a |
| CV (%) | 32,12 | 26,83 | 29,19 | 50,31 | 29,27 | 31,51 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 18 – Médias do acúmulo de micronutrientes nas flores do cultivar “Vegas”

| Tratamento | Boro | Cobre | Ferro | Manganês | Zinco |
|---------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | ----- µg por planta ----- | | | | |
| Completo | 873,39 ab | 15,80 b | 1723,38 a | 971,57 a | 424,48 ab |
| Omissão de N | 673,27 b | 82,66 b | 1579,93 a | 663,12 a | 399,91 ab |
| Omissão de P | 788,59 b | 65,40 b | 2122,74 a | 916,21 a | 551,35 ab |
| Omissão de K | 471,97 b | 47,14 b | 935,14 a | 486,34 a | 276,64 b |
| Omissão de Ca | - | - | - | - | - |
| Omissão de Mg | 425,22 b | 43,59 b | 1224,25 a | 460,04 a | 151,11 b |
| Omissão de S | 651,52 b | 56,15 b | 1198,50 a | 582,96 a | 236,83 b |
| Omissão de B | - | 106,82 b | 1946,19 a | 616,90 a | 294,79 b |
| Omissão de Fe | 800,21 ab | 220,87 a | 1566,08 a | 1826,30 a | 625,93 ab |
| Omissão de Mn | 559,95 b | 108,64 b | 1315,48 a | 1073,83 a | 455,02 ab |
| Omissão de Zn | - | - | - | - | - |
| Omissão de Cu | 1481,64 a | 115,94 ab | 2521,18 a | 2208,76 a | 858,56 a |
| CV (%) | 36,29 | 40,22 | 46,13 | 77,11 | 46,04 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4.4 Conclusões

Pelo presente estudo, os resultados permitiram concluir que:

- Os sintomas de deficiência nutricional foram caracterizados de acordo com os sintomas típicos para a maioria das culturas, exceto para o cobre e o manganês.
- O tratamento que mais afetou o desenvolvimento das plantas foi a omissão de cálcio.
- A omissão dos nutrientes afetou a produção de material seco das folhas velhas, folhas novas, caule, rosas e raízes.
- As concentrações dos nutrientes nas folhas velhas das plantas desenvolvidas em solução nutritiva completa foram: 20,79; 2,52; 22,83; 17,19; 3,30 e 1,37 g kg⁻¹ respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S e, 148,64; 0,63; 151,40; 129,00 e 9,83 mg kg⁻¹ MS respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn, e, para as folhas novas, a concentração foi de 22,61; 3,06; 19,26; 9,60; 2,75 e 1,58 g kg⁻¹ respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S e, 88,69; 0,50; 97,03; 115,40 e 12,00 mg kg⁻¹ respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn.
- As concentrações nas flores das plantas, que receberam a solução nutritiva, completa foram: 18,87; 2,67; 13,71; 1,86; 0,95; 0,79 e 16,88 g kg⁻¹, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S e 0,30; 32,75; 19,10 e 8,35 mg kg⁻¹ para B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.
- A ordem de importância dos nutrientes, representada pelo acúmulo nas folhas velhas, seguiu a ordem: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu e, para as folhas novas, a ordem foi: N > K > Ca > P > Mg > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu.
- O acúmulo de nutrientes na rosa seguiu a ordem: N > K > P > Ca > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Referências

AKI, A.; PEROSA, J.M.Y. Aspectos da produção e consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 8, n. 1/2, p. 13-23, 2002.

BAR-TAL, A.; BAAS, R.; GANMORE-NEUMANN, R.; DIK, A.; MARISSSEN, N.; SILBER, A.; DAVIDOV, S.; HAZAN, A.; KIRSCNER, B; ELAD, Y. Rose flower production and quality as affected by Ca concentration in the flower. **Agronomie**. Paris, n. 21, p. 393-402, 2001.

CABRERA, R.I. Evaluating yield and quality of roses with respect to nitrogen fertilization and leaf tissue nitrogen status. **Acta Horticulturae**. The Hague, n. 511, p. 133-141, 2000.

CASARINI, E.; FOLEGATTI, M.V. Aspectos importantes na nutrição mineral de rosas. In: FLÓREZ, R.V.J.; FERNÁNDEZ, A.C.; MIRANDA, L.D.; CHAVES, C.B.; GUZMÁN, P.J.M. **Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana**. Bogotá: Universidade Nacional de Colombia. Facultad de Agronomia, 2006. p. 163-178.

DORDAS, C.; BROWN, P. H. Boron deficiency affects cell viability, phenolic leakage and oxidative burst in rose cell cultures. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 268, n. 1, p. 293-301, 2005.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Tradução de M.E.T. Nunes. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

FEIGIN, A.; GINZBURG, C.; GILEAD, S.; ACKERMAN, A. Effect of NH_4/NO_3 ratio in nutrient solution on grown and yield of greenhouse rose. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 189, p. 127-135, 1986.

FRANCISCO, V.L.S.; PINO, F.A.; KIYUNA, I. Floricultura no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 17-32, 2003.

HAGG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; DECHEN, A.R.; MATTOS, J.R. Nutrição mineral das plantas ornamentais. IV. Carências nutricionais em roseira. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 31, p. 437-447, 1974.

JOHANSSON, J. Effects of nutrient levels on growth, flowerin and leaf nutrient content of greenhouse roses. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Stockholm, v. 28, p. 363-386, 1978.

KIYUNA, I.; COELHO, P.J.; ÂNGELO, J.A., ASSUMPCÃO, R. de. Parceiros comerciais internacionais da floricultura brasileira 1989-2002. São Paulo, **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 7-34, 2004.

LIMA FILHO, O.F. Distúrbios nutricionais, marcha de absorção de nutrientes, análise do crescimento e teor de esteviosídeo em estevia (*stevia rebaudiana* (bert.) Bertoni). 1995. 212p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

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

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. (Ed.). **Principles of plant nutrition**. 5th ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 849 p.

SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 1, p. 231-233, 1975.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 55 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's guide: statistics**, versão 9.1 Cary, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E.R. Santarém et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOMBOLATO, A.F.C.; CASTRO, C.E.F.; GRAZIANO, T.T.; MATTHES, L.A.F.; FURLANI, A.M.C. Ornamentais e flores. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.; **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. cap. 20, p. 207-208.

WOLTZ, S.S.; HARBAUGH, B.K. Calcium deficiency as the basic cause of marginal bract necrosis of 'Gutbier V-14 Glory' poinsettia. **HortScience**, Alexandria, v. 21, p. 1403-1404, 1986.

WOODSON, W.R.; BOODLEY, J.W. Effects of nitrogen form and potassium concentration on growth, flowering and nitrogen utilization of greenhouse roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 107, n. 2, p. 275-278, 1982.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Para o experimento em condições de campo, conclui-se que:

Para os cultivares “Vegas” e “Tineke”, a produção de material seco da parte aérea foi crescente durante o período analisado;

As plantas do cultivar “Vegas” apresentaram uma demanda crescente dos macronutrientes e um acúmulo máximo de B, Cu, Fe, Mn e Zn entre 166 e 230 dias após o transplântio;

O cultivar “Tineke” apresentou uma demanda crescente por N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Para o experimento com omissão de nutrientes, conclui-se que:

Os sintomas de deficiência nutricional foram caracterizados, de acordo com os sintomas típicos para a maioria das culturas, exceto Cu e Mn;

A omissão dos nutrientes afetou a produção de material seco de todas as partes analisadas da planta;

As concentrações dos nutrientes nas folhas velhas, das plantas desenvolvidas em solução nutritiva completa foram: 20,79; 2,52; 22,83; 17,19; 3,30 e 1,37 g kg⁻¹, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S e, 148,64; 0,63; 151,40; 129,00 e 9,83 mg kg⁻¹ respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn;

A ordem de importância dos nutrientes, representada pelo acúmulo nas folhas velhas, foi: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu;

Para o acúmulo de nutrientes nas flores a ordem foi: N > K > P > Ca > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu, para o cultivo “Vegas”.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)