

REPARTIÇÃO DE NUTRIENTES NAS FLORES, FOLHAS E RAMOS DA LARANJEIRA CULTIVAR NATAL¹

EURÍPEDES MALAVOLTA², HELTON CARLOS DE LEÃO³, SIMONE CRISTINA DE OLIVEIRA⁴, JOSÉ LAVRES JUNIOR⁴, MILTON FERREIRA DE MORAES⁴, CLEUSA PEREIRA CABRAL⁵, MARCELO MALAVOLTA⁶

RESUMO - As plantas cítricas produzem elevado número de flores, porém pequena porcentagem chega a fruto maduro. A fixação é influenciada por diversos fatores, com destaque para os nutricionais orgânicos e minerais. O objetivo do trabalho foi verificar a repartição de macro e micronutrientes nas flores, folhas e ramos de laranjeira e a contribuição nutricional das flores para os demais órgãos. Plantas de *Citrus sinensis* L., cultivar Natal sobre porta-enxerto de limoeiro cravo de 10 anos de idade, provenientes de pomar comercial, foram amostradas por ocasião do fluxo primaveril e separadas em flores, folhas e ramos. As flores representam dreno tanto para compostos orgânicos quanto para macro e micronutrientes. Sua massa seca na antese se iguala às das folhas e é maior que a dos ramos. A maior proporção de Ca, Mg e de Ni das três partes encontram-se nas flores de onde, possivelmente, passam em parte para o fruto em desenvolvimento. Sugere-se que aplicações foliares de cálcio, magnésio e níquel, em condições de deficiência, poderiam aumentar a produção através do seu efeito no florescimento. **Termos para indexação:** *Citrus*, macronutrientes, micronutrientes, níquel.

REPARTITION OF NUTRIENTS IN CITRUS FLOWERS, LEAVES AND BRANCHES

ABSTRACT – Citrus plants produce a number of flowers, but just a few of them however, become mature fruits. Many factors, as well as organic and inorganic nutrients, influence prebloom and flowers setting. The objective of this work was to evaluate the repartition of macro and micronutrients in citrus flowers, leaves and branches. Branches of “Natal” sweet orange (*Citrus sinensis* L.) grafted on Rangpur lime rootstock were collected and separated in flowers, leaves and wood during anthesis. Orange flowers represent a drain for organic compounds and macro and micronutrients as well. Their dry matter on anthesis is equal to that of leaves and higher than that of the branches. The highest proportion of Ca, Mg and Ni of the three parts is found in the flowers where possibly migrate in part, into the developing fruits. It is thought that leaf sprays of calcium, magnesium and nickel could raise yield under conditions of deficiency due to their effect on flowering.

Index terms: *Citrus*, macronutrients, micronutrients, nickel.

INTRODUÇÃO

A fisiologia do florescimento das plantas cítricas é descrita em diversos trabalhos (Erickson, 1968; Rodriguez, 1991; Guardiola, 1992; Volpe, 1992), destacando-se de um lado o número elevado de flores formadas, particularmente no fluxo da primavera (40.000 a 80.000 por planta) e de outro, a pequena porcentagem de flores que chegam a fruto maduro (1 - 2% ou menos). A fixação (pegamento) é influenciada por fatores nutricionais orgânicos e minerais, em especial os primeiros (Chaplin & Westwood, 1980), os quais requerem a participação dos nutrientes minerais para biossíntese. O Cl, Fe e Mn estão envolvidos na fixação de carbono via fotossíntese; o Co, Mo e Ni participam como co-fatores enzimáticos na síntese de aminoácidos; o B está associado ao transporte de carboidratos na planta (Malavolta et al., 1997). Fatores hormonais e abióticos (clima, por exemplo) também influenciam (Krajewski & Rabe, 1995).

A composição mineral dos frutos na colheita é conhecida como se pode ver nos trabalhos de Bataglia et al. (1977), Hiroce et al. (1977) e Malavolta et al. (1984; 1987). A literatura disponível, entretanto, não dá a composição mineral das flores que antecedem o fruto, com poucas exceções: Legaz & Primo-Millo (1984) apresentaram o teor de N nas flores, folhas e ramos. Lovatt et al. (1992) mostraram que o teor de NH₃, arginina e putrescina são maiores nas flores que em outros órgãos. Malavolta et al. (2002) estudaram a repartição de macro e micronutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro, verificando que as flores constituem importante dreno de nutrientes, particularmente de magnésio e de manganês.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a repartição

de macro e micronutrientes nas flores, folhas e ramos de laranjeira tendo em vista a obtenção de informações para a prática de adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

As flores, folhas e ramos de plantas de *C. sinensis* L. cultivar Natal sobre porta-enxerto de limoeiro cravo de 10 anos de idade foram coletadas no município de Matão – SP, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: latitude S 21°36'10" e longitude O 48°22'03" e altitude de 582 metros. O clima predominante na região é o Aw (Köppen), com estação seca definida e com temperatura variando de 16 a 29°C e com pluviosidade anual de aproximadamente 1.400 mm, com maior parte das chuvas ocorrendo de outubro a março.

As amostras foram colhidas por ocasião do fluxo primaveril. No dia da abertura das flores, foram colhidos 10 ramos por planta, em quatro plantas, isto é, foram feitas quatro repetições. De cada ramo, foram separadas flores, folhas e ramos, tomando-se a massa de matéria fresca e, depois da secagem a 65-70°C, a massa de matéria seca.

O material vegetal coletado foi devidamente identificado, acondicionado em saco de papel e seco em estufa a 65-70°C até atingir peso constante. Posteriormente, foi pesado, triturado em moinho tipo Wiley (peneira com diâmetro de malha de 1 mm). O nitrogênio foi determinado por método semimicro Kjeldahl após digestão sulfúrica. Para os demais nutrientes, fez-se a digestão nítrico-perclórica e quantificação por espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio (ICP-AES) (Malavolta et al., 1997).

¹ (Trabalho 98-2006). Recebido: 21-07-2006. Aceito para publicação: 06-10-2006.

² Pesquisador permissionário, bolsista do CNPq. Universidade de São Paulo (USP), Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Lab. de Nutrição Mineral de Plantas, Caixa Postal 96, CEP 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: mala@cena.usp.br

³ Fischer S.A. – Agropecuária, C.P. 25, Matão, SP. E-mail: hleao@citrosuco.com.br

⁴ Alunos de doutorado, bolsista CAPES e FAPESP. Universidade de São Paulo (USP), Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Lab. de Nutrição Mineral de Plantas, Caixa Postal 96, CEP 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: jjlavres@yahoo.com.br, moraesmf@yahoo.com.br, scoliveira@cena.usp.br

⁵ Bióloga. Universidade de São Paulo (USP), Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Lab. de Nutrição Mineral de Plantas, Caixa Postal 96, CEP 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: cpcabral@cena.usp.br

⁶ Engº Agrônomo, colaborador. Universidade de São Paulo (USP), Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Lab. de Nutrição Mineral de Plantas, Caixa Postal 96, CEP 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: marcelo_malavolta@hotmail.com

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, utilizando-se do programa estatístico SAS – System for Windows 6.11 (SAS Inst., 1996). Realizou-se a análise de variância e a comparação das médias mediante teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Em seguida, procedeu-se ao estudo de regressão polinomial em função das relações entre as concentrações de cada macro e micronutriente nas partes das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra a massa de matéria fresca e massa seca de ramos, folhas e flores, onde se pode observar que não existe diferença significativa entre as duas últimas partes. A biomassa dos ramos é inferior, o que ocorre também no trabalho com o cafeeiro, já mencionado (Malavolta et al., 2002). Chama a atenção a biomassa das flores, a qual, entretanto, não costuma ser considerada, como obtido no trabalho recente de Mattos Jr. et al. (2003), o que talvez se explique pela existência transitória desses órgãos. Legaz & Primo-Millo (1984) verificaram que as flores pesam cerca de um terço das folhas.

Os teores de macro e micronutrientes nos três órgãos encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Considerando-se as diferenças significativas têm-se as seguintes variações:

- N – Folhas = flores > ramos
 - P – Folhas = flores > ramos
 - K – Folhas = ramos > flores
 - Ca – Flores > ramos > folhas
 - Mg – Flores > ramos = folhas
 - S – Folhas > flores > ramos
 - B – Folhas = flores = ramos
 - Cu – Ramos > folhas = flores
 - Fe – Folhas = flores > Ramos
 - Mn – Flores > folhas > ramos
 - Mo, Ni, Zn – Folhas = flores = ramos
- Os ramos, de modo geral, possuem teores menores de macros

e micronutrientes, pois, possivelmente, funcionem como fonte para as flores em proporção maior que as folhas. Como se lê em Erickson (1968), as flores se formam no crescimento vegetativo novo que nasce de gemas dormentes situadas em ramos mais velhos com folhas. As flores apresentam os teores mais baixos de K, o qual, entretanto, é o elemento em maior concentração no fruto ou pouco menor que o de N. Enquanto no caso do cafeeiro o Mg é o elemento que as flores apresentam em maior teor (Malavolta et al., 2002), este lugar no caso da laranjeira é ocupado pelo Ca, o que parece coerente com o papel desse elemento na polinização e no pegamento (Mills & Benton-Jones Jr., 1996). Entre os micronutrientes, as flores do cafeeiro apresentaram teor de Mn mais alto que as folhas, e estas, maior que os ramos (Malavolta et al., 2002).

O conteúdo de macro e micronutrientes nas diversas partes encontra-se, respectivamente, nas Tabelas 4 e 5, com as quais foram preparadas as de números 6 e 7 que dão as porcentagens do total encontradas nos três órgãos analisados. Como era de se esperar, as flores contêm a maior proporção do cálcio das três partes e metade do Mg. Fato semelhante aconteceu com o cafeeiro. A presença dessa proporção do magnésio pode ser devida à sua função como ativador de enzimas de fosforilação que atuam em reações de síntese e outras (Mills & Benton-Jones Jr., 1996). Não se tem informação, entretanto, sobre a distribuição dos elementos nas partes da flor (pétalas, botões, ovário). Pode-se aventar a hipótese de que macro e micronutrientes se concentrem nos botões e ovários, de onde migrariam para os frutos.

Entre os micronutrientes chama a atenção o fato de que metade do total do Ni presente está nas flores, pois esse elemento é ativador da urease (Welch, 1981; 1995) que libera NH_3 da uréia. A aplicação foliar de uréia é usada para aumentar o teor de amônia das folhas. Lovatt et al. (1988) propuseram que aumentos dos níveis de amônia nas folhas, durante o estágio de indução floral, levariam a incrementos na iniciação floral via síntese de várias poliaminas, como a putrescina, a espermidina e a espermina. Pode-se supor que alto conteúdo de Ni nas flores aumentaria a atividade de urease e,

TABELA 1 - Massa fresca (g) e seca (g) em diferentes partes da laranjeira cv. Natal, no surto primaveril.

Parte da planta	Massa fresca	Massa seca
Folhas	12,3a	2,40a
Flores	14,9a	2,01a
Ramos	2,1b	0,54b
CV (%)	17	17

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 2 - Teores de macronutrientes (g kg^{-1}) em diferentes partes da laranjeira cv. Natal, no surto primaveril.

Parte da planta	N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	28,5a	2,76a	25,6a	6,9c	3,16b	2,92a
Flores	26,0a	2,64a	22,3b	17,5a	4,52a	2,35b
Ramos	20,9b	1,86b	25,2a	10,8b	2,48b	1,71c
CV (%)	12	7	5	8	15	7

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 3 - Teores de micronutrientes (mg kg⁻¹) em diferentes partes da laranjeira cv. Natal, no surto primaveril.

Partes da planta	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Ni
Folhas	47,2a	21,53b	104,2a	22,7b	0,64a	24,7a	0,29a
Flores	56,7a	21,50b	89,0a	29,7a	0,81a	26,0a	0,46a
Ramos	45,3a	30,77a	48,8b	14,7c	0,99a	31,9a	0,38a
CV (%)	13	8	18	10	61	24	39

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Acúmulo de macronutrientes (mg parte⁻¹) em diferentes partes da laranjeira cv. Natal, no surto primaveril.

Partes da planta	N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	68,8a	6,61a	61,0a	16,5b	7,54a	7,01a
Flores	51,5a	5,27a	44,9b	35,3a	9,26a	4,71b
Ramos	11,3b	1,00b	13,5c	5,7c	1,35b	0,92c
CV (%)	23	16	17	25	29	21

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 5 - Acúmulo de micronutrientes (μg parte⁻¹) em diferentes partes da laranjeira cv. Natal, no surto primaveril.

Partes da planta	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Ni
Folhas	113,4a	51,4a	253a	54,4a	1,56a	59,1a	0,69ab
Flores	113,7a	43,2a	181a	60,1a	1,64a	52,4a	0,92a
Ramos	24,2b	16,6b	26,1b	7,9b	0,52a	17,6b	0,20b
CV (%)	21	19	34	25	86	23	41

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 6 - Porcentagem de macronutrientes extraídos pelas partes da laranjeira cv. Natal, no surto primaveril.

Partes da planta	N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	52,30a	51,32a	51,08a	28,71b	41,18a	55,46a
Flores	39,14b	40,92b	37,61b	61,36a	51,46a	37,26b
Ramos	8,56c	7,76c	11,31c	9,93c	7,36b	7,28c
CV (%)	18	12	15	12	17	15

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 7 - Porcentagem de micronutrientes extraídos pelas partes da laranjeira cv. Natal, no surto primaveril.

Partes da planta	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Ni
Folhas	45,13a	46,22a	55,02a	44,44a	41,60a	45,78a	38,12a
Flores	45,24a	38,85a	39,31a	49,10a	43,73a	40,59a	50,83a
Ramos	9,63b	14,93b	5,67b	6,45b	13,87a	13,63b	11,05b
CV (%)	18	16	31	16	68	15	24

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 8 - Relações entre concentrações de nutrientes nas partes da laranjeira cv. Natal, no surto primaveril.

Elemento	Relações	R ²	Tendência
Folha (X) versus Flor (Y)			
N	$Y = -03,24X^2 + 15,08X - 26,17$	0,40ns	Positiva
P	$Y = -29,87X^2 + 16,72X - 02,07$	0,75*	Positiva
K	$Y = 14,59X^2 - 75,08X + 98,57$	0,89*	Negativa
Ca	$Y = -09,68X^2 + 14,80X - 03,86$	0,98**	Positiva
Mg	$Y = -62,52X^2 + 41,24X - 06,30$	0,88*	Positiva
S	$Y = 42,27X^2 - 24,70X + 03,83$	0,65*	Negativa
B	$Y = 0,44X^2 + 40,98X - 882,78$	0,76**	Negativa
Cu	$Y = 0,02X^2 - 0,74X + 30,05$	0,05ns	Negativa
Fe	$Y = 0,05X^2 - 9,64X + 582,07$	0,92**	Positiva
Mn	$Y = 7,93X^2 - 353,15X + 3958,90$	0,59ns	Positiva
Mo	$Y = 0,56X^2 - 1,38X + 1,27$	0,99*	Negativa
Ni	$Y = 276,07X^2 + 163,38X - 23,53$	0,35ns	Negativa
Zn	$Y = 0,52X^2 - 22,99X + 281,60$	0,73ns	Positiva
Ramo (X) versus Flor (Y)			
N	$Y = -04,31X^2 + 17,85X - 15,69$	-0,58*	Positiva
P	$Y = 49,95X^2 - 18,97X + 2,05$	-0,92**	Negativa
K	$Y = 03,86X^2 - 19,56X + 26,91$	0,95*	Negativa
Ca	$Y = 03,65X^2 - 7,79X + 5,85$	0,32ns	Negativa
Mg	$Y = 02,93X^2 + 0,03X + 0,26$	0,99**	Positiva
S	$Y = -30,13X^2 + 9,13X - 0,44$	0,99*	Negativa
B	$Y = -0,12X^2 + 10,04X - 184,07$	0,45ns	Negativa
Cu	$Y = 0,20X^2 + 13,34X - 195,67$	0,89**	Positiva
Fe	$Y = 0,31X^2 + 31,07X + 845,62$	0,93**	Positiva
Mn	$Y = 0,57X^2 - 25,81X - 197,60$	0,93**	Positiva
Mo	$Y = 0,41X^2 - 0,11X + 0,47$	0,67ns	Positiva
Ni	$Y = -21,78X^2 + 8,45X - 3,14$	0,90**	Negativa
Zn	$Y = -0,04X^2 + 2,73X - 19,17$	0,65**	Positiva

^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 9 - Relações entre concentrações de nutrientes nos ramos e folhas da laranja cv. Natal, no surto primaveril.

Elemento	Relações	R ²	Tendência
	Ramo (X) versus Folha (Y)		
N	$Y = 1,647X^2 - 7,9503X + 12,19$	0,99**	Negativa
P	$Y = 48,554X^2 - 18,446X + 2,016$	0,16ns	Negativa
K	$Y = 3,5621X^2 - 19,56X + 26,51$	0,95**	Negativa
Ca	$Y = 2,7545X^2 - 5,7262X + 3,63$	0,20ns	Positiva
Mg	$Y = 5,9369X^2 - 2,1921X - 0,48$	0,86*	Positiva
S	$Y = 42,268X^2 - 24,696X + 3,83$	0,65*	Negativa
B	$Y = 0,0237X^2 + 2,8006X - 30,13$	0,96**	Positiva
Cu	$Y = 0,5045X^2 - 31,769X + 519,31$	0,16ns	Positiva
Fe	$Y = -0,1456X^2 + 13,023X - 177,58$	0,85*	Negativa
Mn	$Y = 0,2075X^2 - 5,798X + 62,46$	0,58ns	Positiva
Mo	$Y = 1,096X^2 - 3,3835X + 2,77$	0,95*	Negativa
Ni	$Y = 0,5018X^2 - 0,2199X + 0,30$	0,89*	Positiva
Zn	$Y = -0,0229X^2 + 1,6796X - 3,63$	0,99*	Positiva

^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

portanto, a produção de amônia endógena, o que leva à indagação: aplicação foliar de Ni associada à uréia, ou não, aumentaria o florescimento e, proporcionalmente, o pegamento? Pergunta semelhante pode ser feita com respeito ao Ca e ao Mg: o período de seca que antecede o fluxo primaveril e a florada pode determinar menor absorção e transporte a longa distância desses dois elementos? A redução na umidade do solo pode induzir deficiência dos dois elementos, como já foi verificado em algodoeiro (Mg) e cafeeiro (Ca).

Amaral (1995) constatou que a pulverização da laranja "Pêra-Rio", no momento do florescimento, com solução de baixa concentração de nitrato de cálcio (0,5%), provocou aumento do número de frutos produzidos. Verificou também que não houve efeito da pulverização das plantas com óxido de cálcio ou somente água no número de frutos fixados por planta.

Trabalhos recentes demonstraram que a aplicação foliar de níquel com uréia foi efetiva para a correção da anomalia conhecida como "orelha-de-rato" em pecã e em *Betula nigra* L. (Wood et al., 2004; Ruter, 2005). Tal fato deve-se à deficiência de Ni que provoca distúrbio no metabolismo secundário e conseqüente acúmulo localizado de uréia ou de ácidos láctico e oxálico no tecido (Wood et al., 2004; Bai et al., 2006).

Uma questão que se coloca no presente trabalho é a das fontes dos elementos para a flor. A posição desta no ramo, na proximidade da folha e do ramo, abre a possibilidade que os nutrientes venham de um ou outro ou de ambos, embora a situação favoreça o ramo devido à contigüidade. Pode-se admitir que haja relação negativa entre nutriente na fonte e o mesmo na flor, funcionando como dreno. Para explorar essa hipótese, foram calculados as equações de regressão e os coeficientes de determinação. As Tabelas 8 e 9 mostram os resultados obtidos pelos cálculos e as tendências observadas. Aparentemente, têm-se como fontes:

Folhas - K, S, B, Cu, Mo, Ni

Ramos - P, K, Ca, S, B, Ni

Por sua vez, os ramos forneceriam os seguintes elementos para as folhas:

N, P, K, S, Fe, Mo

A confirmação ou não destas tendências poderia ser conseguida, entretanto, mediante o emprego de elementos traçadores, como ¹⁵N, ³²P, ⁴⁵Ca, etc.

CONCLUSÕES

1) As flores da laranja constituem dreno temporário de macro e micronutrientes.

2) Observou-se que as flores apresentaram teores de K mais baixos em relação às folhas e ramos, entretanto as maiores proporções de Ca, Mg e Ni dos três órgãos analisados encontram-se nas flores.

3) A metade do conteúdo total de Ni está presente nas flores, o que levaria à hipótese de que a aplicação foliar deste elemento associada à uréia poderia aumentar o florescimento, a porcentagem de pegamento e, conseqüentemente, a produção.

4) A aplicação foliar de Ca e Mg também poderia aumentar a produção em condições de deficiência através do seu efeito no florescimento.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.M. **Efeitos de fontes de cálcio, via foliar, no abortamento floral de laranjeiras [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra-Rio]**. 1995. 60f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- BAI, C.; REILLY, C.C.; WOOD, B.W. Nickel deficiency disrupts metabolism of ureides, amino acids, and organic acids of young pecan foliage. **Plant Physiology**, Rockville, v.140, p.433-443, 2006.
- BATAGLIA, O.C.; RODRIGUEZ, O.; HIROCE, R.; GALLO, J.R.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C. Composição mineral de frutos cítricos na colheita. **Bragantia**, Campinas, v.36, p.215-221, 1977.
- CHAPLIN, M.H.; WESTWOOD, M.N. Relationship of nutritional factors to fruit set. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.2, p.477-505, 1980.
- ERICKSON, L.C. The general physiology of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, D.; WEBBER, H. J. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: Div. Agr. Sciences, University of California, 1968. v. 2, p.86-126.
- GUARDIOLA, J.L. Fruit set and growth. In: DONADIO, L.C. (Ed.). **Seminário internacional de citros (Bebedouro)**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.1-30.
- HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Composição de frutos tropicais na colheita. **Bragantia**, Campinas, v.36, p.155-164, 1977.

- KRAJEWSKI, A.J.; RABE, E. Citrus flowering: a critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.70, p.357-374, 1995.
- LEGAZ, F.; PRIMO-MILLO, E. Influence of flowering, summer and autumn flushes on the absorption and distribution of nitrogen compounds in the citrus. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Riverside, v.1, p.224-233, 1984.
- LOVATT, C.J.; SAGEE, O.; ALI, A.G.; ZHENG, Y.; PROTACIO, C.M.. 1992. Influence of nitrogen, carbohydrate and plant growth regulators on flowering, fruit set, and yield of citrus. In: DONADIO, L.C. (Ed.). **Seminário internacional de citros (Bebedouro)**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.31-54.
- LOVATT, C.J.; ZHENG, Y.; HAKE, K.D. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in *Citrus*. **Israel Journal of Botany**, Jerusalem, v.37, p.181-188, 1988.
- MALAVOLTA, E.; SILVA, A.Q.; CESAR, M.J.A.; TEÓFILO SOBR^o, J.; POMPEU JR., J. Variação de matéria seca e de macronutrientes nos frutos de cinco variedades de citros durante o seu crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1984. p.424-434.
- MALAVOLTA, E.; SILVA, A.Q.; SILVA, H.; CESAR, M.J.A.; TEOFILO SOBR^o, J.; POMPEU JR., J. Acumulação de matéria seca e de micronutrientes nos frutos de cinco variedades de citros durante o seu crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1987. v.1, p.205-258.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J.L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C.P.; HEINRICH, R. SILVEIRA, J.S.M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1.017-1.022, 2002.
- MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A.K. 2003. Nutrient content of biomass components of Hamlin Sweet orange trees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p.155-160, 2003.
- MILLS, H.A. & BENTON-JONES JR., J. **Plant Analysis Handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: Micro Macro Intl, 1996. v.2, 422p.
- RODRIGUEZ, O. Aspectos fisiológicos, nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O. (Ed.). **Citricultura Brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.2, p.419-475.
- RUTER, J.M. Effect of nickel applications for the control of mouse ear disorder on river birch. **Journal of Environmental Horticulturae**, Washington, v.23, p.17-20, 2005.
- SAS. Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT**. User's guide, version 6.11. 4th ed. Cary, 1996. v.2, 842 p.
- VOLPE, C. Citrus phenology In: DONADIO, L.C. (Ed.). **Seminário internacional de citros (Bebedouro)**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.103-122.
- WELCH, R.M. The biological significance of nickel. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.3, p.345-356, 1981.
- WELCH, R.M. Micronutrient nutrition of plants. **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v.14, p.49-82, 1995.
- WOOD, B.W.; REILLY, C.C.; NYCZEPIR, A.P. Mouse-ear of Pecan: a nickel deficiency. **HortScience**, Alexandria, v.39, p.1238-1242, 2004.