

## FERTIRRIGAÇÃO DOS CITROS

*Luiza Helena Duenhas – Pesquisadora, Embrapa Semi Árido*

*Dirceu Maximino Fernandes – Prof. Assistente, FCA/Unesp*

*Roberto Lyra Villas Boas – Prof. Adjunto, FCA/Unesp*

### INTRODUÇÃO

No cenário nacional, a laranja e as demais culturas cítricas em geral ocupam lugar de destaque, tanto em volume de produção como em área plantada. A exportação da laranja brasileira “in natura” ainda é pequena, mas com relação à produção e exportação de suco concentrado congelado de laranja, os números são incontestáveis (Figueiredo, 1999).

O Brasil tem participação superior a 80% no comércio internacional de suco de laranja concentrado congelado, e também é líder mundial na produção de laranjas (Marino & Mendes, 2001). Segundo Marino et al. (2002), o país responde por aproximadamente 35% de toda a laranja obtida no mundo. Segundo Nehmi Filho et al. (2001), a tendência do mercado internacional é de estabilidade na demanda por suco de laranja, pois embora o mercado de sucos naturais esteja crescendo, a concorrência do suco de outras frutas aumentou significativamente. Por outro lado, enquanto o Brasil é especializado em produção de suco concentrado de laranja, a tendência do mercado aponta preferência para o consumo de suco pasteurizado, onde a produção local costuma ser mais competitiva.

A produção de laranja é, em volume produzido e área, a mais importante dentre as culturas cítricas no Brasil. Sua produção se destina a duas finalidades principais: o consumo ‘in natura’, ou seja, como fruta de mesa, ou ainda para a indústria de suco

concentrado. Subprodutos são gerados neste último caso, como bagaço para alimentação animal e óleos essenciais presentes na casca.

As variedades mais plantadas em São Paulo e no Triângulo Mineiro são Pêra, Natal e Valência (Agrianual, 2001).

A região Sudeste aparece como maior produtora de laranja, seguida pelas regiões Nordeste, Sul, Norte e Centro-Oeste, como demonstra a Tabela 1 (Agrianual, 2002).

TABELA 1 – Produção de laranja por região brasileira, em caixas de 40,8 kg.

Regiões	1997	1998	1999	2000	2001	2002*
Norte	6.838.660	6.287.026	6.571.954	5.983.288	5.551.642	5.722.279
Nordeste	37.301.906	34.686.975	27.557.928	28.446.752	37.565.368	39.537.598
Sudeste	396.972.863	355.365.833	402.277.489	369.973.876	348.696.569	389.466.789
Sul	18.113.514	18.810.383	19.472.294	19.886.244	17.802.377	17.337.451
Centro-Oeste	2.608.654	2.761.837	2.696.759	3.134.915	3.217.868	3.107.770
Total	461.835.596	417.912.054	458.576.424	427.425.076	412.833.824	455.171.887

Fonte: Agrianual (2002)

\* Previsão feita em agosto/2002

A área de laranja plantada por região segue a mesma ordem de classificação da produção, sendo que no Sudeste a área plantada em 2002 foi de 634.789 hectares, com destaque para o estado de São Paulo, maior produtor nacional, com uma área de 581.487 hectares (Agrianual, 2002), dos quais estima-se que mais de 25.000 utilizem a fertirrigação (Jornal Cruzeiro do Sul, 2002).

A região Sudeste também se destaca com a maior área plantada de limão (39.964 ha em 2000, segundo o Agrianual, 2002) e tangerina (31.491 ha). Nas duas culturas, o estado de São Paulo aparece como o maior produtor nacional.

## ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA CULTURA

Os cítricos pertencem a família das Rutáceas, subfamília Aurantioideas. Dentro desta subfamília existem duas tribos, seis subtribos e 33 gêneros, dentre os quais os mais importantes, *Poncirus*, *Fortunella* e *Citrus* e seus híbridos são considerados como ‘frutos cítricos’ (Fonfria et al., 1996).

Existe uma diversidade considerável de variedades de copa e porta-enxerto para citros presentes no Brasil atualmente. A diversidade inclui, como copas: laranja, limão, tangerina, lima e pomelo, sendo que cada uma destas espécies possui variedades comerciais importantes.

De acordo com a época da colheita, as variedades podem ser consideradas como de maturação precoce (março a junho), de estação (maio a agosto) ou tardia (julho a dezembro).

Entre as laranjeiras precoces podemos citar: Lima, Piralima, Hamlin, Baía, e Baianinha. Laranjeiras de estação são: Barão, Rubi e Westin. Entre as tardias estão algumas das mais plantadas: Pêra, Natal, Valência e Lima Tardia (Figueiredo, 1991).

Os principais porta-enxertos utilizados no Estado de São Paulo são: limão Cravo, limão Volkameriano, laranja caipira, tangerinas Sunki e Cleópatra, tângelo Orlando, Trifoliata, laranja azeda e Citromelo Swingle (Pompeu Júnior, 1991).

Para cada variedade de copa existem porta-enxertos mais apropriados. A combinação entre estas duas variedades determinará algumas características importantes da cultura, como, por exemplo, as necessidades nutricionais.

Segundo Paramasivam et al. (2000), o porta-enxerto pode influenciar a produtividade, a qualidade do fruto, o estado nutricional mineral dos frutos, a qualidade do suco e concentrações foliares de nutrientes minerais.

As demais espécies do gênero *Citrus* cultivadas em escala comercial no Brasil são: limão galego (*C. aurantifolia*), limão Taiti (*C. latifolia*), limão siciliano (*C. limon*),

tangerina Cravo, tangerina Poncã e tangor Murcote (*C. reticulata*), tangerina Mexerica (*C. deliciosa*) e pomelo (*C. paradisi*).

O comportamento fenológico dos citros pode ser dividido em três fases:

- a) Desenvolvimento vegetativo – Nesta fase, a brotação mais importante é a da primavera, por ser a que desenvolve flores úteis (com exceção das limeiras e limoeiros). Até que as plantas atinjam seu máximo crescimento, a formação de folhas novas é maior que a queda de folhas velhas. Durante seu desenvolvimento, a reposição de folhas é contínua. As folhas são responsáveis pela maior intensidade fotossintética da planta, sendo que não é bem conhecido o efeito da limitação de luz sobre o desenvolvimento e produção de frutos. A queda das folhas é maior no florescimento da primavera, sendo que uma folha pode durar de 1 a 3 anos.
- b) Florescimento – o maior florescimento dos citros em climas subtropicais ocorre entre o final do inverno e o início da primavera. Alguns fatores, no entanto, podem desencadear o florescimento: período seco seguido por chuva ou irrigação e doenças radiculares são alguns deles. Em climas tropicais pode florescer várias vezes ao ano. Apenas uma pequena parte das flores chegará ao estágio de fruto maduro, devido a quedas naturais e comportamento característico de cada variedade.
- c) Desenvolvimento dos frutos – após a fertilização da flor, inicia-se o desenvolvimento do frutinho, com a formação de vários tecidos, seguido por um período de divisão celular e aumento do tamanho das células, caracterizando o período de maior crescimento do fruto. Segue-se a mudança da cor da casca, de verde para laranja e finalmente a maturação, caracterizada pela redução nas taxas de crescimento e de acidez e aumento de sólidos solúveis (Rodriguez, 1991).

Fonfria et al. (1996) considera que o fruto tem três períodos de desenvolvimento: período de crescimento exponencial (da antese até a caída fisiológica dos frutos), período de crescimento linear (da caída fisiológica até pouco antes de sua mudança de cor) e período de amadurecimento. Segundo Agustí (1999), a disponibilidade por carboidratos juntamente com o conteúdo hormonal que a regula, são fatores decisivos do desenvolvimento do fruto.

Cada uma das fases fenológicas possui demanda nutricional específica, que o programa de adubação deve atender.

A temperatura, a chuva, a luz e o vento agem diretamente sobre a laranjeira, determinando o crescimento dos ramos, o tamanho das folhas, a emissão das flores, a frutificação e pegamento dos frutinhos, o tamanho, a forma, a coloração e o sabor dos frutos. As raízes, por influência das chuvas e da temperatura do solo, podem ser estimuladas ou paralisadas em sua função de fornecer água e nutrientes às plantas (Moreira, 1985).

Como já foi mencionado anteriormente, o crescimento e desenvolvimento dos citros são regulados por limitações genéticas relativas ao porta-enxerto e à copa, além de variáveis ambientais. O ambiente tem componentes físicos e biológicos que, quando não são ótimos, podem ser considerados estresses limitantes da fotossíntese e, conseqüentemente, da alocação de carbono para o crescimento vegetativo e a produção de frutos. Seca, deficiência nutricional e baixas temperaturas são estresses físicos comuns. Uma vez que o crescimento e produção das plantas são os melhores integradores de fatores do ambiente, entender o comportamento de diferentes variedades de copa e porta-enxertos de citros sob diferentes condições ambientais é uma linha de estudo promissora, visando atingir melhores práticas de manejo (Syvertsen, 1999).

## DEMANDA DE NUTRIENTES PELA CULTURA

A aplicação de fertilizantes influencia diretamente a produção e a qualidade dos frutos cítricos. Deste modo, a dose, o momento e o local de aplicação são importantes para maximizar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes e minimizar suas perdas. Os fertilizantes são aplicados periodicamente para suprir a demanda por nutrientes que são removidos na colheita dos frutos, utilizados para manter o crescimento vegetativo e repor as reservas do solo (Feigenbaum et al., 1987).

Nos primeiros anos, os citros não produzem plenamente, sendo considerada esta fase como formação do pomar. Esta fase se estende até o quinto ano da cultura, dependendo da espécie e da variedade.

Para frutíferas perenes, como os citros, os nutrientes nos frutos constituem a maior parte da remoção de nutrientes no sistema solo-planta. Apesar disso, não podemos considerar apenas a remoção de nutrientes pelos frutos como base para determinar a sua reposição. É necessário ainda levar em consideração o crescimento anual, as reservas da planta e perdas relativas à queda de folhas e raízes (Paramasivam et al., 2000), bem como a contribuição da mineralização de resíduos orgânicos, perdas de nutrientes e eficiência de aplicação (Alva et al., 2001).

Nas várias regiões produtoras de citros em todo o mundo podem ser encontradas diversas combinações diferentes entre variedades de copa e porta-enxerto. Cada combinação entre copa e porta-enxerto possui demandas nutricionais particulares (Paramasivam et al., 2000; Alva et al., 2001).

Quanto à exportação de nutrientes pelos frutos, Paramasivam et al. (2000) observaram que o efeito da variedade foi significativo quanto à concentração de vários elementos. Apresenta-se na Tabela 2 uma adaptação dos dados do autor para laranja Valência enxertada em Citrumelo Swingle (pomar jovem) e Hamlin em limão (pomar adulto).

TABELA 2 – Exportação total de nutrientes através dos frutos de laranja Valência e Hamlin, respectivamente, em kg. t<sup>-1</sup> para macronutrientes e em kg.ha<sup>-1</sup> para micronutrientes.

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Al
Kg.t <sup>-1</sup>					Kg.ha <sup>-1</sup> *				
1.5	0.2	1.6	0.5	0.1	0.48	0.15	0.19	0.046	0.131
1.2	0.2	1.5	0.4	0.1	0.13	0.13	0.21	0.034	0.130

Adaptado de Paramasivam et al. (2000).

\* Produtividade média de 60 t.ha<sup>-1</sup>.

Os dados apresentados na Tabela 2 resultam de um experimento de três anos com doses variáveis de N, P e K, onde não foram constatadas diferenças entre doses variando de 168 a 280 kg.ha<sup>-1</sup>. Entretanto, Alva et al. (2001), avaliando os três anos do mesmo experimento isoladamente, observou a alternância entre anos de alta produção e anos de baixa produção, sendo que nos anos de alta produção houve uma resposta positiva sensível a doses de N.

Diversos autores concordam com a contribuição dos nutrientes das reservas da planta para a produção dos frutos (Almeida & Baumgartner, 2002; Duenhas et al., 2002; Alva et al., 2001; Dasberg, 1987). Feigenbaum et al. (1987) relata que, mesmo em plantas com adubação nitrogenada excessiva, apenas 23.4% do N dos frutos e 20.9% do N das folhas se originaram diretamente do fertilizante, com o restante sendo fornecido pelas reservas nos órgãos permanentes das plantas. Desta forma, é importante discutir se o período de aplicação dos fertilizantes, acompanhando a demanda para a produção de frutos seria capaz de influenciá-la. Iwakiri & Nakahara (1981) observaram que para Satsuma a maior absorção de N aconteceu sobre a adubação de verão, sendo mais baixa no outono e no início da primavera. A absorção era menor e também a translocação das raízes para os demais órgãos da planta.

Para Alva et al. (2001), a disponibilidade de N é crítica durante o desenvolvimento inicial e crescimento do fruto, sendo que aplicações tardias de N durante o período de crescimento terão pequena influência sobre a produção.

Este fato é confirmado por Sanz et al. (1987), que afirma que a partir do início do florescimento a absorção de nutrientes minerais pelas raízes é baixa, e que o crescimento dos órgãos em desenvolvimento depende fortemente da translocação das reservas, sendo que fósforo e potássio são retranslocados mais rapidamente que o nitrogênio. Quantitativamente, os nutrientes retranslocados das folhas velhas podem representar mais de 70% daqueles utilizados na formação de novos órgãos até a abertura das flores.

Segundo Dasberg (1987), a quantidade de N presente em uma planta adulta é entre 4 a 5 vezes maior que a quantidade média fornecida anualmente através da adubação nitrogenada, sendo igualmente pequena a quantidade de N oriundo do fertilizante em partes anuais da planta, quando comparada à quantidade de fertilizante aplicado. O autor considera duas importantes fontes de N: a matéria orgânica do solo e os órgãos definitivos da planta.

Quanto aos teores ideais de nutrientes nas folhas, os padrões nutricionais estabelecidos (não necessariamente para fertirrigação) não consideram diferenças entre idade ou variedades e muitas vezes nem mesmo entre as diferentes espécies de plantas do gênero *Citrus*, como Quaggio et al. (1997) e Tucker et al. (1995).

Legaz Paredes (1998) propõe a classificação dos níveis foliares de acordo com a espécie em: deficiente, baixo, normal, alto e excessivo. O mesmo autor propõe fatores de correção para a adubação básica sobre os teores de nutrientes das folhas. Desta forma, se o teor de determinado nutriente estiver abaixo do recomendado, a adubação subsequente terá sua dose aumentada de acordo com o fator de correção. Entretanto, devido às diferentes condições de clima e de solo, consideraremos os valores adotados por Quaggio et al. (1997) para laranja como referência.

TABELA 3 – Faixa de teores adequados de nutrientes para a cultura da laranja.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
g.kg <sup>-1</sup>						mg.kg <sup>-1</sup>					
23-27	1,2-1,6	10-15	35-45	2,5-4,0	2,0-3,0	36-100	4-10	50-120	35-300	0,1-1,0	25-100

PROPOSTA BÁSICA DE RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA A CULTURA  
DOS CITROS

Em países como a Espanha ou Israel, onde a fertirrigação em citros já é utilizada e pesquisada por muitos anos, já se criaram padrões de crescimento de planta, demanda e exportação de nutrientes, teores de nutrientes na solução do solo e na planta, eficiência de aproveitamento dos nutrientes pela planta que, juntamente com uma condição de clima bastante definida, permite uma recomendação de adubação seguindo padrões pré-estabelecidos a partir da pesquisa.

A princípio, a necessidade de adubação é baseada na demanda de nutrientes de uma planta em função da idade e de padrões de produtividade subtraindo-se o que o solo pode fornecer em termos de nutriente, considerando a eficiência do aproveitamento desse nutriente, conforme pode ser observado na equação:

$$\text{dose de fertilizante} = \frac{\text{Extração da cultura - fornecido pelo solo}}{\text{Eficiência do uso do fertilizante}}$$

A remoção de nutrientes pela biomassa da planta tem sido um dos critérios utilizados para recomendação de adubação, principalmente fertirrigação, e em culturas onde é simples fazer uma curva de acúmulo de nutrientes, como é o caso de hortaliças. Para culturas perenes, como é o caso do citros essa informação é de difícil determinação, principalmente quando se considera esta estimativa para plantas adultas.

Segundo Quaggio et al. (1996) a expectativa de produtividade é um indicativo de demanda de nutrientes pelas plantas de citrus, sendo utilizado como fator de variação de doses aplicada para a cultura. Através dos resultados de exportação dos nutrientes através dos frutos é possível ajustar a adubação. Há na literatura nacional algumas informações sobre o assunto como as contidas em Bataglia et al. (1977) que determinaram os teores de nutrientes em frutos de laranja doce, lima ácida, "grapefruit", tangor e mandarin. Empresas com pomares de citros estimam uma necessidade de adubação baseada numa primeira expectativa de produtividade do talhão que é

posteriormente confirmada a partir de contagem de frutos derrichados de plantas representativas daquele talhão. Portanto, de certa forma essa informação já é utilizada na adubação de citros.

Deve-se lembrar, no entanto, que diferente de culturas anuais, nas perenes tem-se considerar que os frutos são responsáveis por parte da demanda total da planta, e portanto, a adubação deve ser tal que forneça nutrientes para os frutos, mas também para a manutenção de outros órgãos na planta (tronco, ramos, raízes e folhas velhas) e para formação de brotações novas.

Parte dos nutrientes contidos nestes órgãos servem como reserva de nutrientes quando ocorre falta ou fornecimento de nutrientes abaixo da demanda da planta. Esse é um dos motivos de se obter em curto período resultados do uso de diferentes doses de nutrientes, como o observado por Duenhas et al. 2002.

Um dos poucos trabalhos abordando a quantidade de nutrientes contidas nas várias partes da planta de citros foi realizada por Mattos Jr. et al. (2003), que encontraram para lajanjeira Hamlin [*Citrus sinensis* (L) Obs.] em citrumelo Swingle [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus paradisi* Macfad.] com 6 anos de idade, a seguinte distribuição da biomassa total da árvore: frutos= 30,3%, folhas=9,7%, ramos=26,1%, tronco=6,3% e raízes=27,8%. Portanto a parte aérea foi responsável por 72,8% do total da biomassa da planta. A maior quantidade de N (63,2 g/árvore = 27%), de P (9,6 g/árvore=32%) e de K (61,4 g/árvore= 33% do total do nutriente da árvore) foram encontradas nos frutos. Para Ca, Mg e S, as respectivas porcentagens da quantidade de nutrientes nos frutos (11%), (21%), (20%), foram inferiores a outros órgãos da planta.

Quiñones et al. 2003, obtiveram que a parte aérea de plantas de laranja 'Navelina' [*Citrus sinensis* (L) Osbeck], com 8 anos de idade, enxertadas sobre citrange Carrizo, em área de irrigação por inundação ou gotejamento foi responsável respectivamente por 69,3 e 68,8% da biomassa seca; 21,3 e 26,4% para frutos; 39,7 e 37,8% para órgãos como folhas, ramos e troncos em relação ao planta inteira. Neste trabalho, onde plantas se desenvolveram dentro de um lisímetro e utilizou-se como fonte de N nitrato de potássio -  $^{15}\text{N}$ , 17,6 e 20,8% de N na planta encontrava-se nos frutos sendo que diferente dos resultados obtidos por Mattos Jr. et al. (2003), as folhas velhas foram responsáveis por 21,1% do N na planta, para ambos sistemas de irrigação.

A concentração de nutrientes já existente no solo tem fundamental importância na determinação da quantidade de fertilizante a ser aplicada. Por isso, antes da implantação da cultura, e durante o seu desenvolvimento, não se dispensa a análise química do solo para se recomendar a quantidade de nutrientes aplicada através da fertirrigação.

No caso da fertirrigação é importante fazer a amostragem de solo na região do bulbo molhado, procurando atingir tanto a região próxima ao emissor como também na extremidade do bulbo molhado, onde podem se concentrar os sais mais solúveis. Por outro lado, a grande concentração de raízes ocorre no bulbo molhado, sendo este o volume de solo efetivo que deve ser considerado no caso do cálculo da quantidade de nutrientes disponíveis no solo, e que poderá ser diminuído da adubação a ser aplicada.

É evidente que quando se considera o teor de nutrientes disponíveis no solo, por exemplo - 50 mg de P (resina)  $\text{dm}^{-3}$ , não se deve a título de cálculo, considerar todo este valor, pois parte deste P deve ser mantido no solo, a fim de manter um nível de fertilidade do mesmo. No caso específico do P, em função da sua baixa mobilidade, a reserva de P no solo deve ser tal que dê tempo ao P aplicado via irrigação chegue as raízes absorventes, evitando período de depressão no fornecimento do nutriente.

O último parâmetro da equação para determinação da dose de fertilizante a ser aplicada é a eficiência do aproveitamento do nutriente aplicado. Tem sido constatado nos trabalhos de pesquisa que essa eficiência é maior no caso do fertilizante aplicado via água de irrigação em relação à adubação convencional. Isso ocorre em função do maior parcelamento da adubação e também pelo adubo

Em Quiñones et al. 2003 observou-se uma eficiência de aproveitamento do N aplicado foi da ordem de 75%, porém segundo dados da literatura para a fertirrigação via gotejamento essa eficiência é maior que 80% para nitrogênio e potássio e pode chegar à cerca de 70% para o fósforo. É por esse motivo, que quando se consideram doses de nutrientes a serem aplicadas, a extrapolação dos resultados de adubação convencional pode não ser a melhor indicação.

Na prática, em função dessa maior eficiência de aproveitamento de nutrientes, tem-se observado reduções das adubações aplicadas sem prejuízo de produtividade.

Salomão (1999) propõe uma distribuição diferente para variedades de laranja.

TABELA 8 – Distribuição dos nutrientes para variedades precoces, em %.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
N	20	15	10					5	7	10	15	18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	15	10					10	10	10	15	15
K <sub>2</sub> O	22	20	10					5	7	10	12	14
Mg	30		20						20		30	

TABELA 9 – Distribuição dos nutrientes para variedades de estação, em %.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
N	20	15	10	5					5	12	15	18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	15	15	5					5	15	15	15
K <sub>2</sub> O	20	20	10	10					5	8	12	15
Mg	30		20						20		30	

TABELA 10 – Distribuição dos nutrientes para variedades tardias, em %.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
N	20	15	10	5	5				5	10	15	15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	15	15	5	5				5	10	15	15
K <sub>2</sub> O	18	18	10	10	5				5	8	12	14
Mg	25		20		15				15		25	

Quanto a frequência de aplicação dos fertilizantes, ainda não se pode afirmar, para cada tipo de solo, qual é o limite em que o parcelamento deixa de ser eficaz. Entretanto, partindo do princípio que o aumento do parcelamento proporciona melhor aproveitamento dos fertilizantes recomenda-se parcelar as doses tanto quanto for possível e operacional, uma vez que experimentos provam a superioridade de aplicações semanais de fertilizantes quando comparadas a aplicações quinzenais ou mensais.

Quanto aos micronutrientes, a eficiência de aproveitamento destes pelas plantas, quando comparada à aplicação por via foliar é dependente da fonte fertilizante utilizada (Zekri & Koo, 1992).

Com o surgimento de novos produtos comerciais, uma nova alternativa para aumentar o aproveitamento dos nutrientes pode ser utilizada. As substâncias húmicas comerciais são na maioria das vezes compostas de leonardita, e seus efeitos benéficos podem ser demonstrados pela sua capacidade de ação como doadores de elétrons, intervindo na cadeia respiratória das células, aumentando o fornecimento de energia para as células. Também tem sido relatados efeitos nas membranas das raízes, afetando a permeabilidade ou estimulando a atividade da  $H^+$ -ATPase (Sánchez-Sánchez et al., 2002).

Os aminoácidos, disponíveis em formulação comercial, são também importantes na absorção de nutrientes. São exsudados sob deficiência de P e Zn, e são capazes de quelatizar Cu, Zn e Mn (Sánchez-Sánchez et al., 2002). Os mesmos autores observaram aumento do conteúdo de vitamina C e do peso de frutos de limão com o uso de substâncias húmicas e aminoácidos.

## FORMAS DE CONTROLE DA FERTIRRIGAÇÃO

Na fertirrigação, a aplicação feita de modo fracionado permite que eventuais deficiências ou excessos nutricionais sejam corrigidos durante o ciclo da cultura. Para realizar o diagnóstico do estado nutricional quanto a cada elemento existem diversas ferramentas que podem ser utilizadas e que serão comentadas a seguir.

## a) No solo

A ferramenta mais tradicional para verificar a disponibilidade de nutrientes no solo é a análise química do solo, realizada por laboratórios especializados. É comumente utilizada para o planejamento da adubação no início de cada ciclo de cultivo. Neste sentido, tem havido mudanças com relação à amostragem de solo, sendo esta realizada nos pomares fertirrigados em uma frequência maior que no cultivo convencional.

Recentemente, tem sido utilizada uma nova ferramenta: o extrator de solução do solo (Figura 1). É um instrumento simples e pode ser instalado a várias profundidades. A solução do solo é analisada, algumas vezes por meio de testes portáteis, propiciando uma resposta rápida quanto aos nutrientes presentes na solução do solo e também quanto à condutividade elétrica (C. E.) da solução do solo, que é um fator limitante de produção.

Para a leitura dos elementos na solução do solo, pode ser realizada análise de laboratório ou ainda leitura no campo com testes rápidos.



FIGURA 1 – Extrator de solução do solo de cápsula de cerâmica.

Segundo Gheyi et al. (1999), a laranja é uma cultura sensível à salinidade do solo, com valor de salinidade limiar de  $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ , com possibilidade de redução de 15,9% do rendimento com o aumento unitário da condutividade elétrica do extrato de saturação.

O extrator de solução pode ser uma ferramenta útil para detectar excessos. Os nutrientes que não são utilizados pela planta podem se tornar fontes de contaminação de água, tanto superficial como subterrânea (Alva et al., 1998).

#### b) Nas folhas

A ferramenta mais utilizada para avaliar o teor de nutrientes nas folhas é a análise química foliar. Existem padrões de comparação para diversas culturas de interesse, inclusive para os citros. Assim como observado para análise de solo, a análise química de plantas tem sido realizada em alguns pomares com frequência bimensal, uma vez que a fertirrigação permite ajustes rápidos da adubação aplicada caso a mesma não estejam refletindo em níveis adequados dos nutrientes às folhas.

Além de estabelecer faixas ótimas com os limites, superior e inferior, para cada elemento mineral determinado na análise química foliar, outras ferramentas de análise têm sido utilizadas, como o DRIS. O DRIS pretende ser uma ferramenta de 'diagnóstico eficiente', utilizando relações binárias entre os elementos, minimizando influência de



A análise da seiva da planta através de aparelhos de determinação rápida ou mesmo a análise da seiva feita em laboratório é uma ferramenta que tem sido utilizada para diversas culturas, principalmente experimentalmente. Ainda não existem valores de referência estabelecidos para a análise de seiva em culturas de citros.

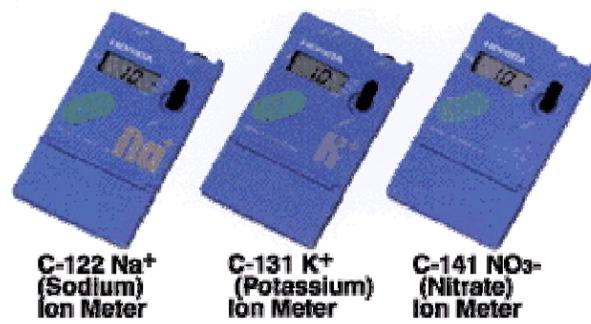


FIGURA 3 – Sensor tipo ‘cardy’ para leitura da concentração de NO<sup>3</sup>-N, K e Na.

Os sensores do tipo ‘cardy’ podem determinar concentrações de determinados íons em diversas soluções, não apenas na seiva, mas também no solo.

#### c) Nas flores

Pestana et al. (2001), em experimento com laranja Valencia late, concluíram que os teores de Fe, P e Mg nas flores pode ser usado para estimar a concentração de clorofila nas folhas, e prever clorose em plantas. A concentração de Fe nas flores pode ser correlacionada com a concentração de ácido cítrico nos frutos, e desta forma, com o amadurecimento do fruto. As concentrações de P, Mg e Mn nas flores foram correlacionadas ao tamanho dos frutos.

Não serão propostos valores para comparação em análise de flores por haver insuficiência de dados para as variedades de interesse no Brasil.

## REFERENCIAL TEÓRICO

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira 2003. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002. 536p.

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira 2002. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2001. 536p.

AGUSTÍ, M. Floración y fructificación de los cítricos. Simpósio Internacional de Fruticultura, 1, Botucatu, 1999, p.161-185.

ALMEIDA, M.C.; BAUMGARTNER, J.G. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e qualidade de frutos de laranjeira 'Valência'. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.1, p.282-84, 2002.

ALVA, A.K.; PARAMASIVAN, S.; GRAHAM, W.D. Impact of nitrogen management practices on nutritional status and yield of Valencia orange trees and groundwater nitrate. Journal of Environmental Quality, v.27, p.904-10, 1998.

ALVA, A.K.; PARAMASIVAN, S.; HOSTLER, K.H.; EASTERWOOD, G.W.; SOUTHWELL, J.E. Effects of nitrogen rates on dry matter and nitrogen accumulation in citrus fruits and fruit yield. Journal of Plant Nutrition, Monticello, v.24, n.3, p.561-72, 2001.

CRESTE, J.E. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do limoeiro siciliano. 1996. 120p. Tese (Doutorado em Horticultura) - FCA: Unesp, Botucatu, 1996.

DASBERG, S. Nitrogen fertilization in citrus orchards. Plant and Soil, Dordrecht, n.100, p.1-9, 1987.

DUENHAS, L.H.; VILLAS BÔAS, R.L.; SOUZA, C.M.P.; RAGOZO, C.R.A.; BULL, L.T. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis* O.) "Valência". Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.1, p.214-18, 2002.

- FEIGENBAUM, S.; BIELORAI, H.; ERNER, Y.; DASBERG, S. The fate of <sup>15</sup>N labeled nitrogen applied to mature citrus trees. *Plant and Soil*, Dordrecht, n.97, p.179-87, 1987.
- FIGUEIREDO, J.O. Cultivares de laranjas no Brasil. *Simpósio Internacional de Fruticultura*, 1, Botucatu, 1999, p.87-108.
- FIGUEIREDO, J.O. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. *Citricultura Brasileira*. 2<sup>a</sup>.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.228-264.
- FONFRIA, M.A.; FERRER, M.J.; ORENGA, V.A.; ROMERO, V.E.; ALCAINA, M.A. *Laranja, limão e tangerina: técnicas comprovadas para a produção de frutos de primeira qualidade*. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 1996. 102p.
- FONTES, P.C.R. *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa: Editora UFV, 2001. 122p.
- IWAKIRI, T.; NAKAHARA, M. Nitrogen fertilization programs in Satsuma mandarin groves in Japan. *Proceedings of International Society of Citriculture*, n.2, p.571-74, 1981.
- JORNAL CRUZEIRO DO SUL. *Fertirrigação*. 19 de outubro de 2002.
- LEGAZ PAREDES, F. *Normas para la nutrición y fertilización de los cítricos*. Valencia: IVIA, 1998.
- MARINO, L.K.; FERRAZ, F.M.; SILVA, M.M. Novo contrato de venda da laranja. In: *Agrianual* 2003. São Paulo: FNP, 2002. p.297-298.
- MARINO, L.K.; MENDES, M. Do preço internacional do suco ao preço pago as produtor pela laranja. In: *Agrianual* 2002. São Paulo: FNP, 2001. p.289-95.
- MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A.K. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. *Scientia Agricola*, v.60, n.1, p.508-12, 2003.

- MOREIRA, C.S. Clima e produtividade na citricultura. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1, Jaboticabal, 1985. Anais: Funep. p.13-19.
- NEHMI FILHO, V.A.; SILVA, M.L.M.; MARINO, L.K. Laranja – produção se ajusta à demanda. In: Agriannual 2002. São Paulo: FNP, 2001. p.285-88.
- NEILSEN, D.; HOGUE, E.J.; NEILSEN, G.H.; PARCHOMCHUK, P. Using SPAD-502 values to assess the nitrogen status of apple trees. HortScience, v.30, n.3, p.508-12, 1995.
- PARAMASIVAN, S.; ALVA, A.K.; HOSTLER, K.H.; EASTERWOOD, G.W.; SOUTHWELL, J.S. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. Journal of Plant Nutrition, Dordrecht, v.23, n.3, p.313-27, 2000.
- PESTANA, M.; CORREIA, P.J.; VARENNE, A.; ABADÍA, J.; FARIA, E.A. The use of floral analysis to diagnose the nutritional status of orange trees. Journal of Plant Nutrition, Dordrecht, v.24, n.12, p.1913-23, 2001.
- POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. Citricultura Brasileira. 2ª.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.265-80.
- QUIÑONES, A.; BAÑULS, J.; MILLO, E.P.; LEGAZ, F. Effects of <sup>15</sup>N application frequency on nitrogen uptake efficiency in Citrus trees. J. Plant Physiol., site: [www.urbanfischer.de/journal/jpp/content/first/0626.pdf](http://www.urbanfischer.de/journal/jpp/content/first/0626.pdf), 2003.
- QUAGGIO, J.A., RAIJ, B. Van, PIZA JÚNIOR, C.L. Frutíferas. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. (ed.) Boletim Técnico 100 – Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2ª.ed. Campinas: IAC, 1997. p.119-52.
- RODRIGUEZ, O. Aspectos fisiológicos, nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. Citricultura Brasileira. 2ª.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.419-75.

- SALOMÃO, H. Fertirrigação em citrus. In: FOLEGATTI, M.V. Fertirrigação: citrus, flores e hortaliças. Guaíba: Livraria Agropecuária, 1999. p.385-392.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, A.; SÁNCHEZ-ANDREU, J.; JUÁREZ, M.; JORDÁ, J.; BERMÚDEZ, D. Humic substances and amino acids improve effectiveness of chelate FeEDDHA in lemon trees. *Journal of Plant Nutrition*, Dordrecht, v.25, n.11, p.2433-42, 2002.
- SANZ, A.; MONERRI, C.; GONZÁLEZ-FERRER, J.; GUARDIOLA, J.L. Changes in carbohydrates and mineral elements in *Citrus* leaves during flowering and fruit set. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.69, n.1, p.93-98, 1987.
- SIMORTE, V.; BERTONI, G; DUPRAZ, C.; MASSON, P. Assessment of nitrogen nutrition of walnut trees using foliar analysis and chlorophyll measurements. *Journal of Plant Nutrition*, v.24, n.10, p.1645-60, 2001.
- SYVERTSEN, J.P. Physiological determinants of citrus tree growth and development. *Simpósio Internacional de Fruticultura*, 1, Botucatu, 1999, p. 123-160.
- SWIADER, J.M.; MOORE, A. SPAD-chlorophyll response to nitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. *Journal of Plant Nutrition*, v.25, n.5, p.1089-1100, 2002.
- TUCKER, D.P.H.; ALVA, A.K.; JACKSON, L.K.; WHEATON, T.A. Nutrition of Florida citrus trees. University of Florida Cooperative Extension Service, SP169, 1995.
- VITTI, G.C.; FERREIRA, M.E. Interpretação de análise de solo e alternativas de uso de adubos e corretivos. In: In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1, Jaboticabal, 1985. Anais: Funep. p.117-45.
- ZEKRI, M.; KOO, R.C.J. Application of micronutrients to citrus trees through microirrigation systems. *Journal of Plant Nutrition*, v.15, n.11, p.2517-2529, 1992.