

# Calagem e adubação dos citros

*Dirceu de Mattos Júnior<sup>1</sup>*

*José Antônio Quaggio<sup>2</sup>*

*Heitor Cantarella<sup>2</sup>*

**Resumo** - O manejo nutricional dos citros é um importante fator de produção, visto que a maioria dos solos brasileiros apresenta elevada acidez e baixa reserva de nutrientes. As recomendações de calagem e adubação são feitas com base nas análises de solo e planta, que constituem excelentes ferramentas para o diagnóstico da disponibilidade de nutrientes para os citros. A necessidade de calcário é calculada para elevar a saturação por bases do solo a 70% e a adubação com N, P e K é definida para as fases de plantio, formação e produção. No caso dos citros em produção, as doses de nutrientes recomendadas foram determinadas a partir de curvas de calibração para a máxima produção econômica em função dos teores foliares de N, e dos de P e K no solo, levando-se em conta também as variedades laranja, tangerina, lima ácida e limão. A adubação com micronutrientes é feita através de pulverizações foliares, por ocasião do tratamento fitossanitário dos pomares ou, no caso do boro, também via solo. As doses de N, P e K apresentam efeitos significativos sobre tamanho, espessura de casca, resistência ao transporte e armazenamento, porcentagem de suco, teores de sólidos solúveis, acidez e cor do suco, fatores estes que definem a qualidade dos citros para o mercado de fruta fresca ou indústria de suco concentrado.

**Palavras-chave:** Nutrição mineral; Análise de solo; Análise de folhas; Superfície de resposta; Qualidade de frutos; Diagnose visual.

## INTRODUÇÃO

Pelo menos 16 nutrientes são necessários para o desenvolvimento das plantas. Destes, o carbono (C), o hidrogênio (H) e o oxigênio (O) são retirados da água e do ar através da absorção radicular e das trocas gasosas. Estes nutrientes representam cerca de 95% da matéria seca vegetal. Outros 5% são representados por minerais absorvidos do solo ou do substrato de crescimento das plantas pelas raízes, embora, dada a menor proporção encontrada no tecido vegetal, as plantas necessitem dos nutrientes minerais para completar o ciclo normal de desenvolvimento. Estes nutrientes são classificados em macronutrientes – nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg); e enxofre (S) – e micronutrientes – ferro (Fe); cobre (Cu); zinco (Zn); manganês (Mn); boro (B);

molibdênio (Mo); e cloro (Cl), dependendo da quantidade necessária ao crescimento da planta. Portanto, o bom desenvolvimento e a alta produtividade das plantas cítricas dependem da diagnose correta, da disponibilidade dos nutrientes no solo e de seu fornecimento nas quantidades e no tempo adequados.

A maioria dos solos brasileiros apresenta elevada acidez e baixa reserva de nutrientes. Assim, o manejo adequado da calagem e da adubação em pomares de citros torna-se um importante fator de produção e rentabilidade.

Uma das peculiaridades das plantas cítricas é o fato de a concentração de Ca nas folhas ser superior à de outros nutrientes, incluindo o N. Esta característica não é comum a outras culturas. Estudos têm mostrado que o crescimento e a produção

de frutos dos citros são reduzidos em solos ácidos ( $\text{pH} < 5,0$ ) pelos prejuízos causados ao sistema radicular das plantas, devendo, principalmente, à toxidez de alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ). Por esta razão, a calagem tornou-se uma prática bastante importante na citricultura.

A maior parte da produção comercial de citros em outros países acontece em regiões relativamente áridas ou em condições que demandam irrigação, que geralmente leva a um confinamento do sistema radicular na área de molhamento. A aplicação de fertilizantes junto à água de irrigação, nessas condições, implica em uma menor interação dos nutrientes com o solo. Daí, a pouca ênfase para a análise de solo em muitos países produtores de citros.

A situação particular da citricultura brasileira, em que as plantas exploram e intera-

<sup>1</sup>Engº Agrº, Dr., Pesq. IAC-Centro de Citricultura Sylvio Moreira (CCSM), Caixa Postal 04, CEP 13490-970 Cordeirópolis-SP. E-mail: [dirceu@centrodecitricultura.br](mailto:dirceu@centrodecitricultura.br)

<sup>2</sup>Engº Agrº, Dr., Pesq. IAC-CSRA, Caixa Postal 28, CEP 13020-902 Campinas-SP.

gem com um grande volume de solo, torna o diagnóstico de fertilidade do solo essencial para a sua correção e adubação. Nesse contexto, a simples adoção de práticas desenvolvidas em outros países não produz resultados satisfatórios. Felizmente, a pesquisa realizada no Brasil tem produzido resultados importantes, que têm permitido o desenvolvimento de tabelas de adubação e calagem sob medida para as condições do país, embora muito ainda esteja por ser feito.

As recomendações de adubação para os citros foram desenvolvidas com base em informações obtidas em experimentos de campo em várias regiões agroecológicas do estado de São Paulo (Cantarella et al., 1992) e são apresentadas pelo Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994), o qual é formado por profissionais ligados aos institutos de pesquisa, universidades, extensão rural, consultores da iniciativa privada e produtores. Nessa publicação, a recomendação da adubação com N, P e K é definida para as fases de plantio, árvores jovens (até cinco anos de idade) e árvores adultas (em produção), e tem base nas calibrações das análises de solo e de folhas, inclusive micronutrientes, específicas para a cultura dos citros. A adubação leva em conta, também, a extração e a exportação de nutrientes, diretamente afetadas pela produtividade esperada ou pelo potencial de rendimento de frutos, que varia de pomar para pomar.

### **CRITÉRIOS E RECOMENDAÇÃO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO DOS CITROS**

Dada a relação entre a disponibilidade dos nutrientes no solo, sua concentração no tecido vegetal, o crescimento e a produção de frutos, estudos desenvolvidos no Brasil, desde a década de 60, têm trazido contribuições significativas para o estabelecimento de padrões de interpretação e de manejo do estado nutricional dos citros através das análises químicas de solo e de folhas.

#### **Análise de solo**

A amostragem de solo para os citros é feita em glebas ou talhões homogêneos

quanto a cor e textura do solo, posição no relevo e manejo do pomar, idade das árvores, combinações de copa e porta-enxerto e produtividade. As amostras de solo devem ser coletadas na faixa de adubação, nas profundidades de 0-20cm, com o intuito de recomendar a adubação e calagem, e 20-40cm, com o objetivo de diagnosticar barreiras químicas ao desenvolvimento das raízes, ou seja, deficiências de Ca com ou sem excesso de Al<sup>3+</sup>. Recomenda-se a coleta de pelo menos 20 subamostras que comporão a amostra representativa do talhão a ser encaminhada para o laboratório. As amostras, com cerca de 250cm<sup>3</sup>, devem ser secas ao ar e acondicionadas em sacos ou caixas de papel. A época mais apropriada para coleta é de fevereiro a abril, garantindo-se um intervalo mínimo de 60 dias após a última adubação. Para garantir maior eficiência e representatividade da amostragem, a coleta das subamostras deve ser feita com trados do tipo holandês, sonda ou similares.

Os padrões de fertilidade do solo com base na amostragem da camada de 0-20cm foram obtidos com curvas de calibração das análises de macro (Quadro 1) e micronutrientes (Quadro 2) no solo, específicas para citros.

#### **Análise de folhas**

Os teores totais obtidos com a análise foliar não dependem unicamente da disponibilidade do nutriente no solo, pois estão sujeitos à influência de vários outros fatores como taxa de crescimento do tecido vegetal, idade da folha, combinações copa e porta-enxerto, e interações com outros nutrientes. Os teores de N, P e K diminuem com a idade da folha, enquanto os de Ca, por exemplo, aumentam nas folhas mais maduras. Também, não se dispõe de informações precisas para interpretar os resultados da análise foliar de forma diferenciada para combinações de copas e porta-enxertos específicos. Pelos motivos citados, as folhas coletadas para análise devem apresentar a mesma idade e provir de plantas cultivadas em condições semelhantes.

A amostragem é feita coletando-se a terceira ou quarta folha a partir do fruto, geradas na primavera, com aproximadamente seis meses de idade, normalmente de fevereiro e março, em ramos com frutos de 2cm a 4cm de diâmetro. Recomenda-se amostrar pelo menos 25 árvores em áreas de no máximo dez hectares. Coletam-se quatro folhas não danificadas por árvore, uma em cada quadrante e na altura mediana, no mínimo 30 dias após a última pulverização.

**QUADRO 1 - Padrões de fertilidade para a interpretação de resultados de análise de solo para citros<sup>(1)</sup>**

Classes de teores	P-resina (mg/dm <sup>3</sup> )	K <sup>(1)</sup> (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Mg <sup>(1)</sup> (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Saturação por bases (%)
Muito baixo	<6	<0,8	—	<26
Baixo	6-12	0,8-1,5	<4	26-50
Médio	13-30	1,6-3,0	4-8	51-70
Alto	>30	>3,0	>8	>70

(1) Esta é a nova representação, pelo Sistema Internacional de Unidades (SI). Os resultados expressos em mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> (milimol de carga por decímetro cúbico) são dez vezes maiores do que os expressos em meq/100cm<sup>3</sup>, usados anteriormente.

**QUADRO 2 - Interpretação de resultados de análise de solo para S e micronutrientes**

Classe de teores	S-SO <sub>4</sub> (mg/dm <sup>3</sup> )	B (mg/dm <sup>3</sup> )	Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )
Baixo	<5	<0,20	<0,3	<1,5	<0,7
Médio	5-10	0,20-0,60	0,3-1,0	1,5-5,0	0,7-1,5
Alto	>10	>0,60	>1,0	>5,0	>1,5

As amostras devem ser acondicionadas em sacos de papel ou plásticos e guardadas em geladeira, à temperatura aproximada de 5°C, até o envio para o laboratório, num período inferior a dois dias após a coleta no campo.

As faixas de interpretação dos resultados da análise de folhas foram inicialmente estabelecidas com base em estudos realizados principalmente nos Estados Unidos, e depois adaptadas para as condições brasileiras com base em experimentos de campo. A interpretação do resultado da análise foliar é feita comparando-se os resultados do laboratório com os padrões apresentados no Quadro 3. O programa de adubação do pomar deve ser ajustado de modo que os teores foliares estejam na faixa adequada.

### Calagem

A avaliação da acidez do solo para a recomendação de calagem para citros é feita por meio da determinação da acidez tampão ( $H+Al$ ), da soma de bases ( $Ca+Mg+K$ ) e da capacidade de troca catiônica (CTC) a pH 7,0 (sistema IAC de análise de solo).

A necessidade de calcário é calculada para elevar a saturação por bases (V) a 70% na camada superficial do solo (0-20cm de profundidade). Este valor corresponde a pH 5,5 determinado em solução de  $CaCl_2$ . Recomenda-se também o manejo da calagem para elevar e manter os níveis de Mg no solo em pelo menos  $4\text{ mmol}_c/dm^3$  ou, idealmente,  $8\text{ mmol}_c/dm^3$ . Os Gráficos 1 e 2 demonstram que a produção máxima de laranjas foi observada para valores de V de 60% e Mg no solo ao redor de  $9,0\text{ mmol}_c/dm^3$ . O cálculo da calagem é feito com a seguinte fórmula:

$$NC = \frac{CTC(V_2 - V_1)}{10 PRNT} \quad \text{em que:}$$

- NC = necessidade de calagem, t/ha;
- CTC = capacidade de troca de cátions,  $\text{mmol}_c/dm^3$ ;
- $V_1$  = saturação por bases atual do solo, da camada arável de 0-20 cm, %;
- $V_2$  = saturação por bases desejada para os citros, %;
- PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário.

QUADRO 3 - Faixas para interpretação de teores de macro e micronutrientes nas folhas de citros, geradas na primavera, com seis meses de idade, de ramos com frutos

Nutrientes	Baixo	Adequado	Excessivo
(1) g/kg			
N	<22	23-27	>30
P	<1,1	1,2-1,6	>2,0
K	<9	10-15	>20
Ca	<35	35-45	>50
Mg	<2,4	2,5-4,0	>5,0
S	<1,9	2,0-3,0	>5,0
mg/kg			
B	<35	36-100	>150
Cu <sup>(2)</sup>	<4,0	4,1-10,0	>15,0
Fe	<49	50-120	>200
Mn	<34	35-50	>100
Zn	<34	35-50	>100
Mo	<0,09	0,10-1,00	>2,00

(1) Esta é a nova representação pelo SI. Os resultados em g/kg são dez vezes maiores que os expressos em porcentagem (%). Os valores expressos em ppm e em mg/kg são numericamente iguais. (2) Para variedade de laranja Westin, os teores adequados de Cu sugeridos são de 10-20 mg/kg

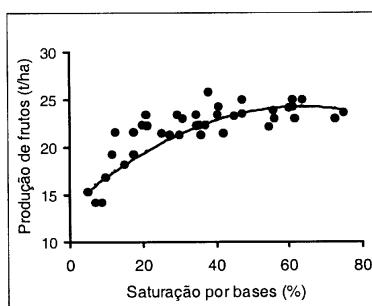


Gráfico 1 - Relação entre saturação por bases no solo e produção de laranjas

FONTE: Quaggio et al. (1992b).

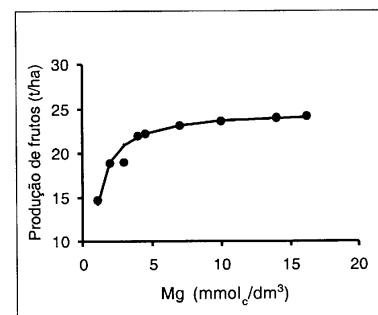


Gráfico 2 - Curva de resposta para a produção de laranjas em função dos teores trocáveis de Mg no solo

FONTE: Quaggio et al. (1992a).

Para culturas perenes, como os citros, é importante fazer a correção da acidez antes da implantação do pomar, com a incorporação mais profunda possível do calcário. Além disso, recomenda-se a aplicação de uma quantidade adicional de calcário (250g/m de sulco) no sulco, onde serão colocadas as mudas, junto ao P, para estimular o crescimento do sistema radicular.

### Adubação NPK

Trabalhos realizados no Brasil permitiram, pela primeira vez, fazer a calibração da análise de solo para P e K em citros, com base na extração com resina de troca iônica (Gráficos 3 e 4) (Quaggio et al., 1998). Os resultados mostraram que a análise de solo é uma excelente ferramenta para o diagnóstico da disponibilidade desses elementos

para os citros. Os limites das faixas de interpretação de teores (muito baixo, baixo, médio etc.) para o K são semelhantes aos usados para as culturas anuais, mas, para o P, os valores para culturas perenes são um pouco mais baixos. Existe uma correlação bastante estreita entre os níveis de P no solo e a produção relativa de frutos de árvores adultas. A resposta da produção de frutos à adubação com K é também bastante significativa. O incremento da produção é maior para valores muito baixos e baixo de K no solo, definidos de acordo com os padrões de fertilidade do solo.

As tabelas de recomendação da adubação N, P e K para os citros são divididas em três fases da cultura: plantio, árvores jovens (até cinco anos de idade) e árvores adultas (em produção).

Na implantação do pomar, recomenda-se a aplicação apenas de P nos sulcos, em doses que variam de 20 a 80g de  $P_2O_5/m$  linear de sulco, junto com o calcário (Quadro 4).

Para a fase de formação, as doses de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  recomendadas levam em conta a idade do pomar e os resultados da análise de solo para P e K para atender às necessidades de crescimento da copa e ao início de produção de frutos (Quadro 5).

Resultados recentes da pesquisa mostraram que na fase de formação, a resposta dos citros à adubação com P é maior para copas enxertadas em tangerineira 'Cleópatra', em comparação ao limoeiro 'Cravo' e ao citrumelo 'Swingle'. A calibração dos teores de P no solo parece distinta daquela na fase de produção de frutos. O nível crítico para as árvores jovens é superior aos 20mg/dm<sup>3</sup> reportado para árvores adultas. Isto se deve ao fato de, nos primeiros cinco anos após o plantio dos citros no campo, o sistema radicular das árvores ser limitado a um volume menor de solo, e a absorção de P ocorrer principalmente por difusão desse elemento. Também há resultados que indicam que nesta mesma fase de condução dos citros no campo (antes de cinco anos de idade), a resposta de copas em citrumelo 'Swingle' à adubação com K seja maior em comparação a outros porto-enxertos. Daí, provavelmente, uma explica-

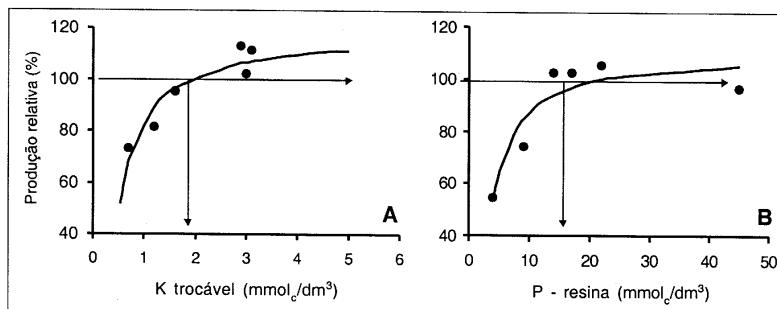


Gráfico 3 - Relação entre produção relativa dos citros e (A) K trocável ou (B) P-resina no solo  
FONTE: Quaggio et al. (1998).

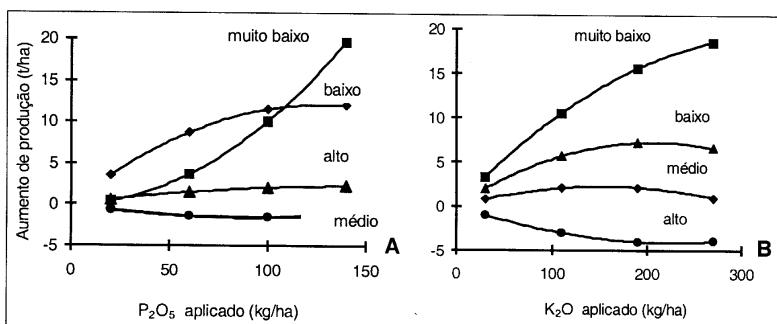


Gráfico 4 - Aumento da produção de frutos de acordo com classes de (A) K trocável ou (B) P-resina determinados no solo, em função das doses anuais de fertilizantes aplicadas na cultura dos citros  
FONTE: Quaggio et al. (1997).

QUADRO 4 - Doses de P indicadas para o plantio de citros, de acordo com os níveis do nutriente no solo na camada de 0-20 cm

P-resina (mg/dm <sup>3</sup> )	(1) Doses de $P_2O_5$ (g/m linear de sulco)		P-resina (mg/dm <sup>3</sup> )	(1) Doses de $P_2O_5$ (g/m linear de sulco)	
	0-5	6-12		13-30	>30
0-5	80		13-30		40
6-12	60		>30		20

(1) Utilizar de preferência superfosfato simples.

QUADRO 5 - Recomendações de adubação para citros em formação, por idade e em função da análise do solo<sup>(1)</sup>

Idade (anos)	N (g/planta)	P-resina (mg/dm <sup>3</sup> )				K trocável (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )			
		0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
		$P_2O_5$ (g/planta)				$K_2O$ (g/planta)			
0-1	80	0	0	0	0	20	0	0	0
1-2	160	160	100	50	0	80	60	0	0
2-3	200	200	140	70	0	150	100	50	0
3-4	300	300	210	100	0	200	140	70	0
4-5	400	400	280	140	0	300	210	100	0

(1) Para a variedade de laranja 'Valênci' reduzir as doses de K em 20%.

ção para o fato de o citrumelo 'Swingle' induzir frutas com boa qualidade de suco.

No caso dos citros em produção, as doses de nutrientes recomendadas foram determinadas a partir de curvas de calibração para máxima produção econômica dos citros, em função dos teores foliares de N, P e K no solo. Nesta fase, doses distintas são recomendadas para laranjas e lima ácida 'Tahiti', e limões, tangerinas e tangor 'Murcote' (Quadros 6 e 7). Ainda nessa fase, é importante levar em consideração a produtividade esperada para a definição das doses de fertilizantes a adicionar aos citros, uma vez que plantas mais produtivas extraem e exportam quantidades maiores de nutrientes. Em média, uma tonelada de frutos de laranja contém 2,4kg de N e 2,0kg de K, além do que é necessário para a formação e desenvolvimento do restante da planta.

A análise do solo não fornece parâmetros para a adubação nitrogenada dos citros, pois ainda não se dispõe de métodos adequados para avaliar a disponibilidade de N no solo. No entanto, o teor de N foliar tem mostrado, em pesquisas feitas no Brasil, ser um bom indicador para ajustar as doses de N definidas, conforme a produção pendente de frutos (Gráfico 5). Para teores acima de 28 g de N/kg a resposta à produção de frutos é praticamente inexistente. No caso de limões, o teor adequado de N nas folhas parece ser menor que aqueles em laranjas e situa-se em torno de 22g de N/kg.

Os citros armazenam uma grande quantidade de N na biomassa, que pode ser redistribuída, principalmente para órgãos em desenvolvimento como folhas e frutos. Por este motivo, a redução da adubação com N pode não afetar a produção de frutos de imediato, contudo, quando as doses de N forem inferiores às recomendadas, as árvores podem sofrer uma gradativa redução da densidade e crescimento da copa, que, consequentemente, acarretará em perdas na produção de frutos em anos posteriores.

O manejo dos adubos nitrogenados é importante para garantir a eficiência de uso do N. Com as práticas recomendadas para o controle do mato no pomar, por meio de

QUADRO 6 - Recomendações de adubação para laranjas<sup>(1)</sup> e lima ácida 'Tahiti' em produção, em função da análise do solo e das folhas

Classes de produção (t/ha)	N nas folhas <sup>(2)</sup> (g/kg)				P-resina (mg/dm <sup>3</sup> )				K trocável <sup>(3)</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )			
	23	23-27	28-30	0-5	6-12	13-30	30	0,7	0,7-1,5	1,6-3,0	3,0	
	Doses de N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O (kg/ha)											
<16	90	70	60	50	40	20	0	60	40	30	0	
17 a 20	100	80	70	70	50	30	0	70	50	40	0	
21 a 30	140	120	90	90	70	40	0	90	70	50	0	
31 a 40	190	160	130	130	100	50	0	120	100	70	0	
41 a 50	240	200	160	160	120	60	0	160	120	90	0	
>50	260	220	180	180	140	70	0	180	140	100	0	

NOTA: As doses foram calculadas para máxima produção econômica.

(1) Quando a cultivar for Valéncia reduzir as doses de K em 20%. (2) Quando o teor de N nas folhas for superior a 30mg/kg, reduzir a dose de N em 1/3 da recomendada quando o N nas folhas estiver entre 28 e 30mg/kg. (3) Quando o teor de K nas folhas for superior a 19mg/kg, reduzir a adubação potássica, suprimindo o K do último parcelamento.

QUADRO 7 - Recomendações de adubação para limões e tangerinas, em função da análise do solo e das plantas

Classes de produção (t/ha)	N nas folhas <sup>(1)</sup> (g/kg)				P-resina (mg/dm <sup>3</sup> )				K trocável <sup>(2)</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )			
	<23	23-27	28-30	0-5	6-12	13-30	>30	0,7	0,7-1,5	1,6-3,0	>3,0	
	Limão verdadeiro <sup>(3)</sup> (kg/ha)											
<16	60	50	40	50	40	20	0	60	20	20	0	
17 a 20	70	60	50	70	50	30	0	100	70	40	0	
21 a 30	100	80	60	90	70	40	0	140	90	50	10	
31 a 40	140	120	100	130	100	50	0	190	130	70	20	
41 a 50	160	140	120	160	120	60	0	240	170	100	30	
>50	200	160	130	180	140	70	0	270	190	120	40	
Tangerinas e Murcote (kg/ha)												
<16	70	60	50	50	40	20	0	70	50	20	0	
17 a 20	80	70	60	70	50	30	0	80	60	40	0	
21 a 30	110	90	70	90	70	40	0	110	80	50	10	
31 a 40	160	130	100	130	100	50	0	160	110	70	20	
41 a 50	200	170	140	160	120	60	0	200	140	100	30	
>50	230	190	150	180	140	70	0	220	150	120	40	

NOTA: As doses foram calculadas para máxima produção econômica.

(1) Quando o teor de N nas folhas for superior a 30 mg/kg, reduzir a dose de N em 1/3 da recomendada quando o N nas folhas estiver entre 28 e 30 mg/kg. (2) Quando o teor de K nas folhas for superior a 19 mg/kg, reduzir a adubação potássica, suprimindo o K do último parcelamento. (3) Limões: Siciliano, Eureka, Feminello e outros.

herbicidas ou roçadeira, evitando o uso de grades, os fertilizantes são aplicados na superfície do solo, às vezes sobre resíduos de plantas. Nessas condições, a uréia, fonte de N mais comum no Brasil, está sujeita a perdas por volatilização de amônia se não ocorrer chuva ou irrigação em até dois dias após a aplicação, para incorporar o fertilizante ao solo. Avaliações de campo têm mostrado que as perdas por volatilização podem variar de 15% a 45% do N aplicado à superfície do solo como uréia.

O ajuste da adubação nitrogenada com base na análise de folhas é muito importante, pois a falta ou excesso de N interfere no tamanho e na qualidade dos frutos.

A adubação com P em citros vinha sendo negligenciada no Brasil em função de dados obtidos em outros países que sugeriam que esta cultura era pouco responsável a esse elemento. Essa informação não levava em conta que em muitas regiões produtoras no exterior, os citros são cultivados em solos desenvolvidos a partir de sedimentos ricos em P e que os solos do Brasil são, em geral, deficientes nesse nutriente. Resultados obtidos têm mostrado respostas expressivas a P em pomares adultos cultivados em solos pobres.

Para as aplicações de adubo na superfície, deve-se utilizar fontes de P solúveis em água. Além disso, devido à baixa mobilidade do P nos solos, é recomendável fazer a incorporação do adubo, com o calcário, uma vez por ano, especialmente nos solos nos quais a deficiência de P pode ser limitante. Também, a melhor oportunidade de incorporar P ao solo é na fase de implantação do pomar.

A adubação é feita na época das águas, período de maior demanda das plantas. O parcelamento das doses de N e K em três ou quatro aplicações durante o ano aumenta a eficiência da adubação, por evitar perdas de nutrientes no solo com a água de drenagem, o que ocorre principalmente em solos arenosos, e por adequar a demanda de nutrientes em diferentes períodos de desenvolvimento dos citros (do florescimento à maturação dos frutos). Para pomares em produção, aplicam-se de 30% a 40% do N e K na época do florescimento, e o restante é dividido entre os meses de

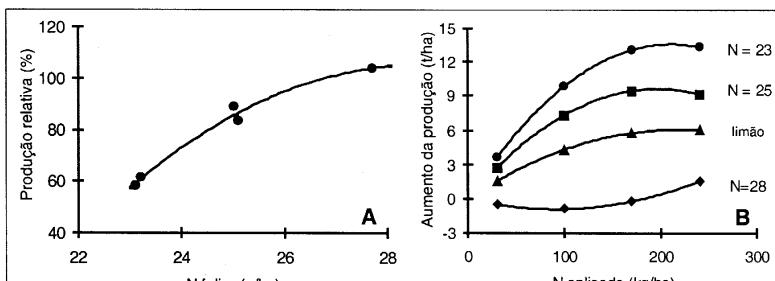


Gráfico 5 - Relação entre teor foliar de N e (A) produção relativa ou (B) resposta à adubação nitrogenada de acordo com a concentração de N foliar para os citros  
FONTE: Quaggio et al. (1998).

outubro a março do ano seguinte. O P pode ser aplicado em dose única nos meses de agosto e setembro.

#### **Adubação com micronutrientes**

Boro, zinco e manganês são os micronutrientes mais importantes para a produção dos citros, cuja deficiência também é mais frequente. Em países onde se cultivam citros em solos desenvolvidos sob substratos calcário, a deficiência de Fe torna-se limitante à produção.

A deficiência de Mn é comum em pomares cítricos, porém somente quando ela é severa que reduz a produtividade das plantas. Os sintomas são mais freqüentes na cultivar Pêra, principalmente em solos com calagem recente ou quando ocorre veranico durante o verão.

A deficiência de Zn é generalizada nos pomares brasileiros, principalmente na cultivar Pêra, mais sensível ao vírus da tristeza, o qual prejudica o transporte do Zn na planta. Plantas cítricas com carência de Zn brotam pouco e ficam com enfolhamento velho e pouco vigoroso, com redução do crescimento da copa e da produção. Os porta-enxertos de tangerineiras como 'Cleópatra' e 'Sunki' são mais exigentes em Zn e, portanto, necessitam de aplicações complementares desse nutriente em relação ao limoeiro 'Cravo'.

A demanda por nutrientes pelos cítricos é maior no início da primavera, quando ocorre o fluxo mais intenso de vegetação, e estende-se até o início do outono, quando então deve haver boa reserva e equilí-

brio na biomassa das plantas para garantir os processos normais de floração e pega-mento dos frutos. A adubação foliar tem sido a forma mais utilizada para se aplicar micronutrientes na citricultura, não somente por ser pequena a quantidade necessária, mas também para se evitar adsorção exagerada de elementos metálicos, como a matriz do solo, o que reduz a disponibilidade deles para as plantas. Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade ou são imóveis no floema, como o Mn e o B. Isto mostra que devem ser feitas aplicações foliares nos principais fluxos de vegetação, quando as folhas ainda são jovens e têm cutícula pouco desenvolvida, o que facilita a absorção dos nutrientes.

As fontes mais recomendadas de micronutrientes metálicos são sais formados com íons, cloreto, sulfato e nitrato, que têm praticamente a mesma eficiência, em doses equivalentes de nutrientes. Em aplicações foliares, a fonte de B mais recomendada é o ácido bórico, que, devido à reação ácida, é compatível com a maioria dos defensivos agrícolas.

A recomendação geral de adubação foliar para os citros consiste em preparar caldas destes sais com ácido bórico e uréia a 5g/L, como coadjuvante, nas seguintes concentrações:

Zinco:	500 a 1.000mg/L de Zn
Manganês:	300 a 700mg/L de Mn
Boro:	200 a 300mg/L de B
Cobre:	600 a 1.000mg/L de Cu

As concentrações inferiores são recomendadas para a manutenção, enquanto as superiores devem ser empregadas, quando há sintomas visíveis de deficiência.

A recomendação de Cu é mais importante para pomares em formação, pois aqueles em produção são sempre pulverizados com fungicidas à base de cobre durante o florescimento, o que é suficiente para nutrir a planta com esse micronutriente. As caldas mais concentradas devem ser aplicadas durante as horas mais frescas do dia para evitar queimaduras das folhas e dos frutos.

#### Boro, nutriente fundamental na adubação dos citros

A deficiência de B vem-se tornando mais freqüente na citricultura e não parece estar relacionada somente com a concentração dele no solo, mas também com as condições climáticas, como períodos prolongados de seca ou excesso de chuvas, que reduzem a sua disponibilidade para as plantas. Em regiões mais frias, a transpiração das plantas é menor, o que reduz diretamente a absorção de B.

O sintoma de deficiência de B mais encontrado na literatura é a presença de bolsas de goma no albedo e na columela dos frutos, os quais são duros e caem prematuramente e, às vezes, têm sementes malformadas. Entretanto, estes sintomas ocorrem em condições severas de deficiência, portanto, quando já reduziram muito a produtividade das plantas. Sintomas menos severos foram descritos na literatura, os quais têm sido muito freqüentes e, pelo desconhecimento, têm causado grande prejuízo à citricultura brasileira. Eles caracterizam-se por plantas pouco desenvolvidas, que brotam pouco, com folhas miúdas em ramos curtos e oriundos da brotação excessiva de gemas axilares, dando um aspecto de tufo, devido à perda de dominância apical. Tais sintomas são decorrentes do mau funcionamento do sistema radicular e vascular da planta, notadamente do floema e, geralmente, não são corrigidos com aplicação foliar de B. Por outro lado, a aplicação do nutriente no solo reativa o sistema de condução de seiva para as raízes, que crescem rapidamente e provocam brotações exuberantes na parte aérea, com ramos longos, folhas maiores que as anteriores e com dominância apical.

O B é um nutriente conhecido por ter faixa estreita entre a deficiência e a toxicidade.

Nos citros, a toxicidade é mais freqüentemente observada em árvores jovens, devido à aplicação localizada ao redor das plantas. O sintoma de toxicidade de B manifesta-se a partir de clorose das margens com pontos necróticos e evolui da borda para o centro do limbo foliar, com posterior necrose das regiões cloróticas, causando a queda prematura das folhas sintomáticas. Ocorre clorose típica com amarelo forte nas margens das folhas mais velhas, e as folhas novas mantêm-se assintomáticas até o amadurecimento. No campo, tem sido observada toxicidade de B em pomares cítricos recém-plantados, com a dose de 2kg/ha, com a aplicação localizada ao redor das mudas, razão principal para o surgimento dos sintomas de toxicidade. Nesse caso, é freqüente a morte das plantas.

Por todas essas razões, a aplicação de B na citricultura deve ser feita via solo. A adição do nutriente em misturas NPK geralmente traz problemas de segregação, devido à dificuldade de obter fonte de B granulada eficiente. A adição de B em fertilizantes complexos, com os nutrientes no mesmo grão, é vantajosa do ponto de vista agronômico, porém tem custo muito elevado.

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) tem recomendado a aplicação de ácido bórico dissolvido na calda de herbicidas de contato, como o glyphosate, que se constitui na forma mais prática e eficiente. Geralmente, a aplicação desses herbicidas é feita com o volume de calda de 200 L/ha de área tratada, com o qual é possível dissolver a dose de 1kg/ha de B, que corresponde a 6kg/ha de ácido bórico. É importante utilizar ácido bórico de boa qualidade, cuja solubilidade é melhor. Mesmo assim, é necessário passar a solução por uma peneira de malha bem fina ou pano de algodão colocado na boca do tanque, para eliminar partículas de impurezas que sempre estão misturadas com o produto comercial e podem causar entupimento dos bicos de aplicação.

Geralmente, são feitas de duas a três aplicações anuais de herbicidas nos pomares cítricos, o que permite então duas ou três aplicações anuais de B. Elas devem ser feitas preferencialmente no início das

chuvas e no meio do verão. Quando o teor de B no solo for superior a 1mg/dm<sup>3</sup>, basta apenas uma aplicação anual, que corresponde à dose de 1kg/ha de B.

#### Adubação e qualidade dos frutos

As características de qualidade dos frutos cítricos variam com o mercado, ao qual se destinam. Para o mercado de frutas frescas, interessam mais as características externas dos frutos, tais como aparência, cor, tamanho e espessura da casca, que confere maior resistência ao transporte e ao armazenamento. Por outro lado, para as indústrias de suco, as características internas dos frutos são mais importantes. Entre elas, destacam-se a porcentagem de suco, os teores de sólidos solúveis ou açúcares (°Brix), a acidez (concentração de ácido cítrico), a cor e, principalmente, o rendimento industrial, que representa a quantidade de frutos necessária para produzir uma tonelada de suco concentrado com 66°Brix.

O N e o K são nutrientes, cujas responsas à produção são muito acentuadas na citricultura. Contudo, a carência e/ou o excesso desses nutrientes são fatores determinantes da qualidade dos frutos. Além disso, as variedades têm comportamento distinto em relação à resposta à adubação e, consequentemente, à qualidade dos frutos.

O tamanho dos frutos cítricos é importante na determinação do valor deles no mercado de frutas frescas. Tamanhos muito pequenos ou excessivos devem ser evitados. O N e o K exercem grande influência nesta característica, conforme mostram os resultados do Gráfico 6, para a variedade Pêra, cultivada num solo pobre em K. O efeito do N é negativo, enquanto o do K é positivo sobre o tamanho dos frutos. Por outro lado, para a variedade Valência, cultivada num solo rico em K, os efeitos são totalmente diversos em relação àqueles observados com a cultivar Pêra (Gráfico 7).

Os efeitos de doses de N, P e K sobre o índice de acidez dos frutos de laranja 'Valência' podem ser vistos no Gráfico 8. O efeito do N é geralmente pequeno sobre a acidez dos frutos, enquanto as doses de P e K têm efeitos pronunciados sobre essa característica, sendo que o P deprime e o K

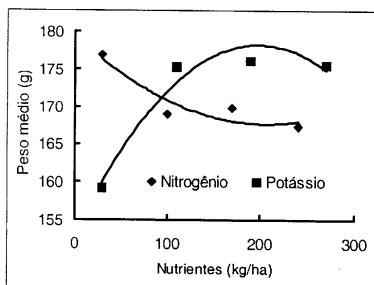


Gráfico 6 - Efeito de doses de N e K sobre o tamanho dos frutos da laranja 'Pêra'

FONTE: Quaggio et al. (no prelo).

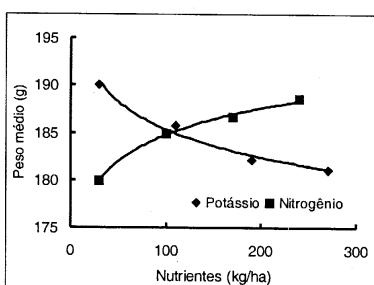


Gráfico 7 - Efeito de doses de N e K sobre o tamanho dos frutos da laranja 'Valência'

FONTE: Quaggio et al. (no prelo).

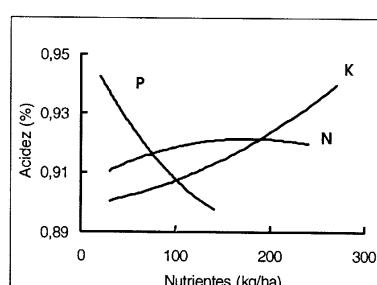


Gráfico 8 - Efeito de doses de nutrientes sobre o índice de acidez dos frutos da laranja 'Valência'

FONTE: Quaggio et al. (no prelo).

aumenta a concentração de ácidos nos frutos. Sobre o teor de sólidos solúveis (°Brix), o N tem efeito altamente positivo, e o K sempre depressivo. Entretanto, o P em geral tem efeito pouco acentuado sobre o °Brix (Gráfico 9).

A indústria de suco concentrado vende praticamente sólidos. Assim, a característica que mais interessa para ela é a quantidade de sólidos solúveis no fruto, embora os preços pagos aos produtores de laranja independam dessa propriedade. Quanto menor o teor de sólidos, mais caixas de laranja serão necessárias para produzir uma tonelada de suco, portanto, a adubação equilibrada é uma maneira de otimizar o rendimento e a qualidade dos frutos (Gráfico 10).

requeridos em quantidades que variam de 100-1.000 vezes menores que os macronutrientes. Quando os micronutrientes são encontrados em quantidades inadequadas às necessidades da planta, seja no solo, seja no substrato, o crescimento e a produção de frutos são comprometidos. Isto pode ocorrer por deficiência ou excesso e, dependendo da intensidade do problema, sintomas visuais de desordens nutricionais irão ser perceptíveis nas folhas.

É importante lembrar que a diagnose visual não deve ser usada como única ferramenta no manejo nutricional dos citros, pois a produção de frutos pode estar comprometida mesmo antes que estes sintomas sejam perceptíveis no campo.

As Figuras 10 a 12 (p.47), 13 a 18 (p.48) e 19 a 22 (p.49) ilustram sintomas de deficiência e toxidez de nutrientes que ocorrem no campo ou em ambientes protegidos durante a produção de mudas.

#### DIAGNOSE VISUAL DE DESORDENS NUTRICIONAIS DOS CITROS

Os micronutrientes normalmente são

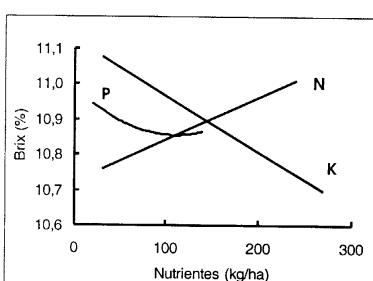


Gráfico 9 - Efeito de doses de nutrientes sobre o índice de Brix dos frutos da laranja 'Valência'

FONTE: Quaggio et al. (no prelo).

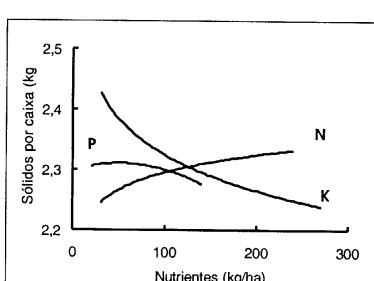


Gráfico 10 - Efeito de doses de nutrientes sobre o rendimento de sólidos solúveis por caixa de laranja 'Valência'

FONTE: Quaggio et al. (no prelo).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. Recomendações de adubação e calagem para citros no estado de São Paulo – 3<sup>a</sup> edição. Laranja, Cordeirópolis, p.1-27, 1994. Suplemento especial.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; BATAGLIA, O.C.; RAIJ, B. van. Response of citrus to NPK fertilization in a network of field trials in São Paulo State, Brazil. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., 1992, Acireale, Italy. Proceedings... Acireale: International Society of Citriculture, 1992. v.2, p.607-612.

QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H; MATTOS JÚNIOR, D. Soil testing and leaf analysis in Brazil: recent developments. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 8., 1996, Sun City, South Africa. Proceedings... Nelspruit, South Africa: International Society of Citriculture, 1997. p.1269-1275.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_; NOVELO, A. Fruit quality of two sweet orange varieties affected by NPK rates in tropical soils. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 9., 2000, Orlando. Proceedings... Orlando: International Society of Citriculture. No prelo.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_; RAIJ, B. van. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v.52, p.67-74, 1998.

\_\_\_\_\_, TEÓFILO SOBRINHO, J.; DECHEN, A.R. Magnesium influences on fruit yield and quality of 'Valencia' sweet orange on Rangpur lime. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., 1992, Acireale, Italy. Proceedings... Acireale: International Society of Citriculture, 1992a. v.2, p.633-637.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ Response to liming of 'Valencia' orange tree on Rangpur lime: effects of soil acidity on plant growth and yield. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., 1992, Acireale, Italy. Proceedings... Acireale: International Society of Citriculture, 1992b. v.2, p.628-632.