RECOMENDAÇÕES PARA CALAGEM E ADUBAÇÃO DE CITROS

Para pomares de alta produtividade é indispensável um bom programa de calagem e adubação, cujo sucesso requer o uso de ferramentas de diagnósticos (análise química de solo e de planta) que permitem adequar o suprimento de nutrientes fornecido pela adubação em função dos níveis de fertilidade do solo e da demanda da cultura, aumentando a eficiência no uso de insumos. Assim, torna-se essencial à amostragem correta de solo e planta e a escolha de um bom laboratório de análises. Cabe ainda ressaltar que, por melhor que seja a análise química, ela não pode corrigir falhas na retirada da amostra e na sua representatividade.

Amostragem e análise química de solo: os métodos empregados para a análise química de solo no Estado de São Paulo são referentes ao Sistema IAC de Análise de Solo. As principais características desses métodos são a extração simultânea de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) com a resina trocadora de íons e a recomendação de calagem pelo método da saturação por bases. Esses métodos são ajustados às condições de solos tropicais e subtropicias, porém apresentam boa adaptação as características dos solos calcários e salinos.

A eficiência da análise de solo depende da representatividade da amostra de terra em relação à área ou talhão a ser considerado. A amostragem de solo deve ser feita em glebas ou talhões homogêneos quanto à 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 nas profundidades de 0-20 cm, com o intuito de recomendar a adubação e a calagem, e de 20-40 cm, com o objetivo de diagnosticar barreiras químicas ao desenvolvimento das raízes, ou seja, deficiências de Ca e ou excesso de Alumínio (Al).

Para maior eficiência e representatividade da amostragem de solo, deve-se coletar 10 a 15 subamostras por talhão, com trados do tipo holandês ou sonda. Antes da implantação do pomar a amostragem deve ser realizada nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm percorrendo a área em zigue-zague para a subamostras por talhão. Após o plantio, a amostragem deve ser feita anualmente, sendo a melhor época entre a segunda e terceira parcelas de adubação, garantindo-se um intervalo mínimo de 30 dias após a última adubação. Para melhor representar o sistema radicular dos citros, em pomares não irrigados, as subamostras devem ser retiradas na faixa de adubação, sendo uma subamostra coletada cerca de 50 cm para dentro e outra 50 cm para fora da projeção da copa das árvores. Para pomares fertirrigados, a coleta das subamostras deve ser feita em pontos do lado de fora do bulbo úmido, distante cerca de 2/3 da largura do bulbo da linha de emissores. Geralmente essa distância é de 30 a 50 cm da linha de gotejadores. A época mais apropriada para coleta é de fevereiro a abril, garantindo-se um intervalo mínimo de 60 dias após a última adubação.

Padrões de fertilidade do solo foram definidos por meio de curvas de calibração das análises de macro (Tabela 1) e de micronutrientes (Tabela 2) no solo, específicas para citros. Como recomendação geral, o citricultor deve procurar manter os solos dos pomares nas classes de teores médios para todos os nutrientes e para a saturação

por bases, evitando, assim, deficiências ou excessos, pois ambos limitam a produtividade e a qualidade dos frutos cítricos.

Tabela 1. Interpretação de resultados de análise de solo para macronutrientes e saturação por bases na camada arável do solo para a citricultura.

Classes de teores	P-resina	K	Mg	Saturação por bases
	mg dm^{-3}	$mmol_c$ dm^{-3}		%
Baixo	<15	<1,5	<5	<50
Médio	15-30	1,5-3,0	5-9	50-70
Alto	>30	>3,0	>9	>70

Tabela 2. Interpretação de resultados de análise de solo para micronutrientes na camada arável do solo para a citricultura.

Classes de teores	B	Cu(1)	Mn	Zn
		---------- mg dm^{-3} ----------		
Baixo	<0,6	<2,0	<5,0	<5,0
Médio	0,6-1,0	2,0-5,0	5,0-10,0	5,0-10,0
Alto	>1,0	>5,0	>10,0	>10,0

(1) Valores acima de 10 mg dm^{-3} podem causar toxicidade às raízes dos citros

Amostragem e análise química de folha: os citros armazenam na biomassa, grande quantidade de nutrientes que podem ser redistribuídos, principalmente, para órgãos em desenvolvimento como folhas e frutos. Por essa razão, a análise foliar é uma ferramenta bastante útil para complementar a análise de solo na avaliação da fertilidade dos solos e também para aferir o equilíbrio nutricional da planta cítrica. Além disso, para o caso do nitrogênio (N), cujos métodos de analise de solo não têm consistência no diagnóstico, o teor do nutriente nas folhas tem sido usado como critério direto de avaliação da disponibilidade de N para as plantas cítricas. Ao contrário da análise de solo, a análise química de folhas determina os teores totais dos nutrientes, no tecido vegetal, e é menos sujeita interferência devido ao método empregado.

Os teores foliares dos nutrientes não dependem unicamente da disponibilidade do elemento no solo, pois sofrem influência de vários outros fatores como taxa de crescimento da planta, idade da folha, combinações copa e porta-enxerto, e interações com outros nutrientes. Os teores de nutrientes com boa redistribuição dentro da planta como N, P e K diminuem com a idade da folha, enquanto que os teores de nutriente imóveis como Ca e boro (B), por exemplo, aumentam nas folhas mais maduras. Assim, pelos motivos citados, as folhas coletadas para análise devem apresentar mesma idade daquelas que foram usadas nas tabelas de interpretação.

A amostragem deve ser feita coletando-se a 3ª ou 4ª folha, do ramo com fruto terminal, geradas na primavera, com aproximadamente seis meses de idade, normalmente de fevereiro a março, em ramos com frutos de 2 a 4 cm de diâmetro. Recomenda-se amostrar pelo menos 25 árvores por talhão, coletando-se quatro folhas não danificadas por árvore, uma em cada quadrante e na altura mediana da copa. Pulverizações com adubos foliares e ou o uso de defensivos contendo

nutrientes podem manter esses elementos aderidos na superfície do limbo foliar por vários meses, é recomendável não coletar folhas em um intervalo mínimo 30 dias após a última pulverização. As amostras devem ser acondicionadas em sacos de papel e enviadas para o laboratório em período inferior a dois dias após a coleta no campo.

A interpretação do resultado da análise foliar é feita comparando-se os resultados do laboratório com valores apresentados na Tabela 3. O programa de adubação do pomar também deve ser ajustado de modo que os teores foliares estejam na faixa adequada. Às vezes teores excessivos dos micronutrientes metálicos podem ser encontrados na análise de folha sem que esta apresente sintomas de toxicidade, o que pode levar a interpretação errada do estado nutricional, pois estes nutrientes podem apenas estar aderidos na superfície da folha sem exercer papel metabólico na planta.

Tabela 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 de 2 a 4 cm de diâmetro.

Nutriente	Baixo	Adequado	Alto
		g kg^{-1}	
N ([1])	<25	25-30	>30
P	<1,2	1,2-1,6	>1,6
K	<12	12-16	>16
Ca	<35	35-50	>50
Mg	<3,5	3,5-5,0	>5,0
S	<2,0	2,0-3,0	>3,0
		mg kg^{-1}	
B	<50	75-150	>150
Cu	<10	10-20	>20
Fe	<50	50-150	>150
Mn	<35	35-70	>70
Zn	<50	50-75	>75
Mo	<0,5	0,5-2,0	>2,0

(1) Para limões e lima ácida Tahiti, as faixas de interpretação do teor de N foliar (mg kg^{-1}) são: <20 (= baixo), 20 - 24 (= adequado) e > 24 (alto).

RECOMENDAÇÕES DE CALAGEM E ADUBAÇÃO: BOLETIM 100 – IAC 2018

Calagem: aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e manter o teor de Mg em pelo menos 9 mmol$_c$ dm^{-3} na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Antes da implantação do pomar, o calcário deverá ser aplicado em área total, com bastante antecedência ao plantio das mudas, e incorporado o mais profundamente possível. Além da calagem em área total, uma quantidade extra de calcário deverá ser aplicada também no sulco de plantio, com profundidade de 25 a 30 cm na dose de 0,5 kg por metro de sulco, e posteriormente misturada ao solo com subsolador de três hastes.

Em pomares já plantados, cerca de 70% da dose de calcário deverá ser aplicado sob a projeção das copas das plantas e o restante na rua, e em pomares fertirrigados 100% da dose deverá ser aplicada sob a projeção da copa, devido à acidificação do solo ser mais intensa nesta região.

Gessagem: Além da calagem, recomenda-se a aplicação de gesso com objetivo de fornecer Ca em forma mais solúvel que o calcário e melhorar o ambiente radicular com o aumento da disponibilidade de Ca nas camadas mais profundas dos solos, cuja resposta tem sido mais frequentes em solos com caráter distrófico ou álico. As doses de gesso podem ser definidas através do teor de argila dos solos: em solos arenosos e de textura média (argila <40%) aplicar 1,0 t ha^{-1} de gesso por ano e em solos de textura argilosa (argila >40%), aplicar 1,5 t ha^{-1} de gesso por ano. O efeito da aplicação do gesso será otimizado com antecedência à floração das plantas.

Adubação de sulco de plantio: a experiência de campo de vários anos somada a resultados de pesquisas têm demonstrado as vantagens da incorporação de P em profundidade no sulco de plantio após a calagem. Por essa razão, o citricultor deve dar preferência por fontes de fosfatos solúveis em água (como superfosfato simples) e se possível contendo zinco (0,4-0,5% de Zn) na sua composição. Recomenda-se a aplicação de 100 g de P_2O_5 por metro de sulco, independente do teor de P no solo, o que resultará na dose de 140 a 160 kg ha^{-1} de P_2O_5. A importância dessa aplicação e que esta será a única oportunidade para se aplicar P em profundidade. Para facilitar a incorporação de calcário no sulco e simultaneamente aplicar P em profundidade, poderá ser um subsolador triplo, o qual é dotado de dispositivo capaz de aplicar o fertilizante junto das hastes do subsolador.

Adubação de formação: durante a fase de formação do pomar, até o quarto ano, as doses de N, P_2O_5 e K_2O recomendadas levam em conta a idade do pomar e também os resultados da análise de solo para P e K para atender as necessidades de crescimento da copa e o início de produção de frutos (Tabela 4). Ajustes nas doses recomendadas de P e K devem ser feitos tomando em conta o porta-enxerto escolhido. As doses de N e K devem ser parceladas de 4 a 6 vezes, entre setembro a março. Os maiores números de parcelamentos são necessários nos primeiros anos após o plantio das mudas no campo. A aplicação de P deve ser preferencialmente feita em dose única, juntamente com o primeiro parcelamento de N e K.

Tabela 4. Recomendações de adubação para citros em formação, em função da idade da planta e da análise do solo([1]).

Idade	N	P-resina, mg dm^{-3}			K-trocável, $mmol_c$ dm^{-3}		
		<15	15-30	>30	<1,5	1,5-3,0	>3,0
Anos		N - P_2O_5 - K_2O (kg ha^{-1})					
0-1	70	15	15	15	12	0	0
1-2	100	60	45	30	54	30	0
2-3	140	90	60	45	90	60	36
3-4	180	120	90	60	120	90	60

(1) Para copas sobre tangerinas Cleópatra e Sunki, aumentar a dose de P_2O_5 em 20%; para aquelas sobre citrumelo Swingle aumentar a dose de K_2O em 20%.

Adubação de produção: a adubação para pomares em produção, leva em conta, além da produtividade esperada a disponibilidade de nutrientes no solo e teores foliares. Foram estabelecidas recomendações da adubação N, P e K para os grupos de variedades de laranjas, considerando a qualidade e o destino da fruta, que pode ser para a indústria (Tabela 5) ou para o mercado *in natura* (Tabela 6). A Tabela 6 também deve ser utilizada para as recomendações de adubação de tangerinas e do tangor Murcott, os quais possuem demandas por nutrientes semelhantes a das laranjas para consumo *in natura*. A lima ácida Tahiti e os limões (tipo Siciliano) têm recomendações distintas e para esses devem ser utilizado a Tabela 7. A adubação deve ser feita no período das águas, pois a demanda por nutrientes pelos citros é maior no início da primavera, quando ocorre o fluxo mais intenso de vegetação, e se estende até o início do outono, quando deve haver boa reserva e equilíbrio na biomassa das plantas para garantir os processos normais de diferenciação floral, floração e fixação dos frutos.

O parcelamento das doses de N e K deve ser feita em 3 ou 4 aplicações durante o ano, o que aumenta a eficiência da adubação, por reduzir as perdas de nutrientes no solo com a água de drenagem, principalmente em solos arenosos, e por adequar a demanda de nutrientes em diferentes períodos do desenvolvimento das plantas. Recomenda-se aplicar de 40% do N e K na época do florescimento e o restante é dividido entre os meses de outubro a março do ano seguinte. Já o P pode ser aplicado numa só vez, pouco antes do primeiro parcelamento, especialmente quando o solo do pomar apresentar teor de P abaixo de 15 mg dm^{-3}. Em variedades precoces, tais como Hamlin, Valência Americana, Rubi e Westin, é recomendado antecipar o parcelamento da adubação da seguinte forma: 40% na primeira, 40% na segunda e 20% na última parcela de adubação a qual deverá ser aplicada até o final de março.

Tabela 5. Recomendações de adubação de laranjas para a indústria, em função das análises de solo e folhas e classes de produção.

Classes de	N foliar, g kg^{-1}			P-resina, mg dm^{-3}			K-trocável, $mmol_c$ dm^{-3}		
produção	<25	25-30	>30	<15	15-30	>30	<1,5	1,5-3,0	>3,0
t ha^{-1}	N - P_2O_5 - K_2O (kg ha^{-1})								
<30	160	140	90	80	60	30	100	80	60
31 - 40	180	160	120	100	80	40	120	100	80
41 - 50	200	180	160	120	100	50	160	140	100
51 - 60	220	200	180	140	120	60	180	160	120
>60	260	220	200	160	140	70	200	180	140

Tabela 6. Recomendações de adubação de laranjas para consumo *in natura*, tangerinas e tangores, em função das análises de solo e folhas e classes de produção.

Classes de	N foliar, g kg^{-1}			P-resina, mg dm^{-3}			K-trocável, $mmol_c$ dm^{-3}		
produção	<25	25-30	>30	<15	15-30	>30	<1,5	1,5-3,0	>3,0
t ha^{-1}	N - P_2O_5 - K_2O (kg ha^{-1})								
<30	120	100	80	80	60	30	120	100	80
31 - 40	140	120	100	100	80	40	160	140	100
41 - 50	180	160	120	120	100	50	200	180	140
>50	200	180	160	140	120	60	220	200	160

Tabela 7. Recomendações de adubação para lima ácida Tahiti e limões, em função das análises de solo e folhas, e classes de produção.

Classes de	N foliar, g kg^{-1}			P-resina, mg dm^{-3}			K-trocável, $mmol_c$ dm^{-3}		
produção	<20	20-24	>24	<15	15-30	>30	<1,5	1,5-3,0	>3,0
t ha^{-1}				N - P_2O_5 - K_2O (kg ha^{-1})					
<30	100	80	60	60	40	20	140	120	100
31 - 40	120	100	80	80	60	30	160	140	120
41 - 50	160	140	100	100	80	40	200	180	160
51 - 60	180	160	120	120	100	50	240	220	180
>60	220	180	160	140	120	60	260	240	200

Adubação com micronutrientes: Na citricultura brasileira os sintomas visuais de deficiência B, Zn e Mn são os mais frequentes em pomares de citros. A deficiência de Cu é mais comum na fase de formação do pomar, uma vez que, as pulverizações com fungicidas cúpricos são pouco utilizados. A adubação foliar tem sido a forma mais utilizada para se aplicar micronutrientes metálicos na citricultura, não somente pela quantidade necessária ser pequena, mas também para se evitar adsorção dos elementos metálicos, aos coloides do solo, o que reduz a disponibilidade dos micronutrientes metálicos para as plantas. Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade no floema, como são os casos do Cu, Mn, Zn e B, o que demonstra que devem ser feitas aplicações foliares nos principais fluxos de vegetação, especialmente entre a primavera e o início do outono, quando as folhas são ainda jovens e têm cutícula pouco desenvolvida, o que facilita a absorção e fornece os micronutrientes aos novos órgãos em desenvolvimento.

Em pomares em formação com plantas com idade inferior a 4 anos, recomenda-se 4 a 6 aplicações anuais com B, Cu, Mn e Zn nas folhas, entre setembro a maio. Em pomares em produção realizar 3 a 4 pulverizações com Mn e Zn, desde o início da primavera até o final das chuvas, procurando atingir as brotações novas, com as folhas já expandidas na planta. Para a maior eficiência de absorção dos micronutrientes essas aplicações foliares devem buscar bom molhamento das plantas.

As fontes mais recomendadas de micronutrientes metálicos para aplicação foliar são sais solúveis formados com íons sulfato. Existem no mercado sais formados por íons de cloreto ou nitrato e também produtos quelatizados. Em relação ao Cu, o uso da mistura sulfato e hidróxido tem sido a forma mais eficiente para fornecer o nutriente e evitar fitoxicidade devido ao uso exclusivo na forma de sulfato. É importante ressaltar que o oxi-cloreto de Cu, comumente utilizado como fungicida, tem eficiência limitada como fonte do nutriente.

Assim, a recomendação da adubação foliar com micronutrientes consiste em preparar soluções com sais solúveis e ácido bórico nas seguintes concentrações, em mg L^{-1}: B (200 a 300), Cu (100 a 125) Mn (300 a 700), e Zn (500 a 1000), contendo como coadjuvante a ureia a 5 g L^{-1}. No preparo da solução com Cu, para cada 1 kg de $CuSO_4.5H_2O$ deve acrescentar 1,5 kg $Cu(OH)_2$. Essas concentrações foram definidas para fornecer anualmente, via aplicação foliar, as seguintes quantidades de micronutrientes: Cu (1,5 a 3,0 kg ha^{-1}), Mn (1,8 a 4,2 kg ha^{-1}) e Zn (3,0 a 6,0 kg ha^{-1}).

As quantidades inferiores são recomendadas para a manutenção, enquanto as superiores devem ser empregadas quando há sintomas visíveis de deficiência. As soluções mais concentradas devem ser aplicadas durante as horas mais frescas do dia, evitando também mistura com óleos mineral ou vegetal, para não causar queimaduras das folhas e dos frutos. Quando as fontes de micronutrientes estiverem nas formas de cloreto ou nitrato, as quais causam queimaduras em folhas quando em concentrações mais elevadas. Portanto, é necessário maior número de aplicações para manter as doses recomendadas acima.

A adubação foliar com B deve ser praticada somente como complemento à adubação via solo, geralmente em plantas jovens. A adubação com B via solo deve ser feita com ácido bórico dissolvido na solução de herbicidas de contato que constitui a forma mais prática e eficiente de aplicação desse nutriente. Geralmente são feitas de 2 a 3 aplicações por ano, com o volume de calda de 200 L ha^{-1} de área tratada com o herbicida, com o qual é possível dissolver a dose de 1 kg ha^{-1} de B (≈ 6 kg ha^{-1} de ácido bórico). Recomenda-se a aplicação de 2 kg ha^{-1} de B, independente da idade do pomar, porém procurando-se um maior parcelamento em pomares recém-plantados. Quando o solo possuir teor de B abaixo de 0,6 mg dm^{-3} ou o porta-enxerto for o citrumelo Swingle, que é mais exigente em B, aumentar a dose anual para 3 kg ha^{-1} de B.

Adubação foliar complementar: O Mg tem sido nutriente pouco utilizado no manejo da adubação dos citros, apesar dos novos resultados de pesquisa demonstrarem sua maior importância na nutrição de plantas e no aumento da produtividade das culturas e qualidade dos produtos. A adubação foliar com o Mg é uma estratégia eficiente para corrigir a deficiência desse nutriente nos pomares, principalmente pela facilidade de aplicação e possibilidade de misturas com outros produtos na calda de pulverização. Recomenda-se a aplicação de 7 a10 kg de $MgSO_4$ $7H_2O$ para cada 2000 L de calda de pulverização.

Apesar de ainda não ter sido obtidas respostas à aplicação de molibdênio (Mo) em pomares de citros, ensaios recentes têm demostrado ganhos de eficiência de uso de N em condições controladas. Essas respostas deverão ocorrer em pomares com altas produtividades, em solos com acidez moderada, arenosos e com baixo teor de matéria orgânica. A adubação foliar é também a forma mais eficiente para fornecer Mo para os pomares cítricos, devido à pequena quantidade do nutriente a ser aplicado, por ser micronutriente móvel no floema e por não ser adsorvido pela matriz coloidal do solo. Recomenda-se de 2 a 3 aplicações anuais de solução contendo de 20 a 40 mg L^{-1} de Mo, o que corresponde aproximadamente de 100 a 200 g molibdato de amônio ou de sódio para 2000 L de calda.

José Antonio Quaggio
Dirceu de Mattos Jr.
Rodrigo Marcelli Boaretto