

Adubação foliar: Fatos e mitos

Gilmar R. Nachtigall¹ e Gilberto Nava²

Introdução

A adubação foliar é uma técnica utilizada para fornecer nutrientes às plantas envolvendo a assimilação de nutrientes pelas folhas, não sendo considerada substituta da adubação convencional pelo solo, que envolve a assimilação de nutrientes pelas raízes, já que as quantidades de nutrientes normalmente envolvidas na produção de um cultivo são muito superiores às quantidades de nutrientes que poderiam ser absorvidas pelas folhas.

A adubação foliar deve ser considerada uma técnica complementar de um programa de adubação. Sua utilização deve ocorrer em períodos críticos de crescimento da planta, em momentos de demanda específica de algum nutriente ou em casos de situações adversas do solo que comprometam a nutrição mineral das plantas.

Essa técnica deve ser adotada para o fornecimento de nutrientes em situações que envolvam: 1) fornecimento de baixas quantidades de nutrientes a aplicar; 2) uniformidade ao aplicar quantidades muito pequenas; 3) necessidade de evitar o contato com o solo para minimizar a interação por reações químicas com alguns nutrientes; e 4) alta taxa de utilização entre as quantidades aplicadas e as absorvidas pelas plantas. Assim, a aplicação foliar é um procedimento utilizado para satisfazer as necessidades de nutrientes pelas plantas, aumentar os rendimentos e melhorar a qualidade da produção.

Os princípios fisiológicos envolvidos no transporte dos nutrientes absorvidos pelas folhas em função da adubação foliar são semelhantes aos envolvidos na absorção de nutrientes pelas raízes. Deve-se considerar, porém, que o tempo e a forma do deslocamento dos nutrientes aplicados sobre as folhas para os demais órgãos da planta não são os mesmos se comparados aos envolvidos na absorção pelas raízes, bem como que a mobilidade dos diferentes nutrientes não é a mesma através do floema.

Entre as vantagens da adubação foliar frequentemente mencionadas destacam-se:

- Em situações em que as suspeitas de deficiências nutricionais são diagnosticadas facilmente, a resposta ao nutriente aplicado é quase imediata e, conseqüentemente, as deficiências podem ser corrigidas durante o ciclo de crescimento.

- A técnica tem demonstrado eficiência positiva quando as condições de absorção pelo sistema radicular são adversas, como, por exemplo: condições de seca, solo encharcado ou temperaturas extremas do solo.

- Na adubação foliar é mais fácil obter uma distribuição uniforme dos nutrientes se comparada à aplicação de produtos granulados ou em misturas físicas, via solo.

¹ Eng.agr., Dr., Embrapa Uva e Vinho, C.P. 1513, 95200-000 Vacaria, RS, e-mail: gilmar@cnpuv.embrapa.br.

² Eng.-agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de São Joaquim, São Joaquim, SC, e-mail: nava@epagri.sc.gov.br.

- A aplicação foliar é mais eficiente nas etapas mais tardias de crescimento, quando há uma assimilação preferencial para a produção de frutos se comparada à aplicação por via radicular, que é limitada em tempo e forma.

- Considerando a menor capacidade de absorção das folhas em relação às raízes, as doses aplicadas na adubação foliar são muito menores do que as utilizadas em aplicações via solo.

Entre as desvantagens da adubação foliar frequentemente mencionadas destacam-se:

- Em situações de uso de concentrações em excesso ou de produtos mal formulados podem ocorrer queimaduras de folhas ou brotos.

- As aplicações devem ser realizadas de forma conjunta com outras pulverizações para não incorrer em maiores custos.

- A adubação foliar tem baixo efeito residual, principalmente para micronutrientes não móveis, como, por exemplo, o boro, o que leva à necessidade de mais de uma aplicação. Essas aplicações frequentes, em cultivos perenes, podem levar a um acúmulo do nutriente no solo, o qual deve ser considerado quando da aplicação anual, via solo.

Para o sistema produtivo de fruteiras de clima temperado, o uso da adubação foliar segue as mesmas recomendações gerais dos demais cultivos, envolvendo a correção de deficiências nutricionais durante o ciclo de crescimento efetivamente detectadas pela análise foliar, ou, então, o suprimento de nutrientes, principalmente micronutrientes, quando as condições ambientais ou da cultura impedem o suprimento ideal para as plantas, como, por exemplo, o cálcio na cultura da macieira.

Absorção de nutrientes pelas folhas

O processo de absorção de um determinado nutriente pelas folhas envolve várias etapas, iniciando pela aplicação do fertilizante com o nutriente sobre a superfície das folhas, passando pela penetração desse nutriente nas folhas (Figura 1), terminando com a distribuição para os demais órgãos da planta:

1. Molhamento da superfície foliar com a solução fertilizante. A parede exterior das células da folha está coberta pela cutícula e uma camada de cera com uma forte característica hidrófoba (repele a água). Por essa razão, em determinadas situações são usados umectantes, que reduzem a tensão superficial para facilitar a absorção de nutrientes.

2. Penetração dos nutrientes pela parede externa das células epidérmicas. As paredes exteriores das células da epiderme são cobertas pela cutícula e uma camada de cera para proteger as folhas da perda de água por transpiração. Essa proteção se deve às propriedades hidrófobas das ceras e cutinas. Para que os nutrientes possam penetrar pela parede exterior da célula, um dos conceitos geralmente aceitos é a entrada do nutriente pelos poros através da cutícula. A absorção diretamente pelos estômatos da folha é pouco provável, já que as células-guardas também estão cobertas por uma camada de cutina similar às do resto da folha.

3. Entrada dos nutrientes na parede celular (apoplasto). O apoplasto é constituído de um sistema contínuo de paredes celulares e espaços intercelulares. Dessa forma, a parede celular é um espaço importante para a absorção e o

transporte de nutrientes, já que estes penetram nos espaços intercelulares após transporem a camada exterior da epiderme.

4. Absorção de nutrientes dentro da célula (simplasto). Os princípios fisiológicos da absorção de nutrientes minerais do apoplasto para o interior das células, que constitui o simplasto, são similares aos que ocorrem na absorção pelas raízes. No entanto, a absorção pelas folhas é mais dependente de fatores externos, como a umidade relativa e a temperatura ambiente, do que a absorção radicular.

5. Distribuição do nutriente dentro das folhas e sua translocação para outros órgãos da planta. O movimento e a translocação para fora das folhas, após a adubação foliar, dependem do movimento do nutriente no floema e no xilema. Os nutrientes móveis no floema, tais como potássio, fósforo, nitrogênio e magnésio se distribuem dentro da folha tanto pelo xilema como pelo floema, e uma alta porcentagem do nutriente absorvido pode ser transportado para fora da folha para outras partes da planta que tenham uma alta demanda. O contrário ocorre com nutrientes de movimento limitado no floema, tais como cobre, ferro e manganês, que se distribuem principalmente pelo xilema dentro da folha sem uma translocação considerável fora da folha. No caso do boro, a mobilidade dentro da planta depende muito do genótipo da planta.

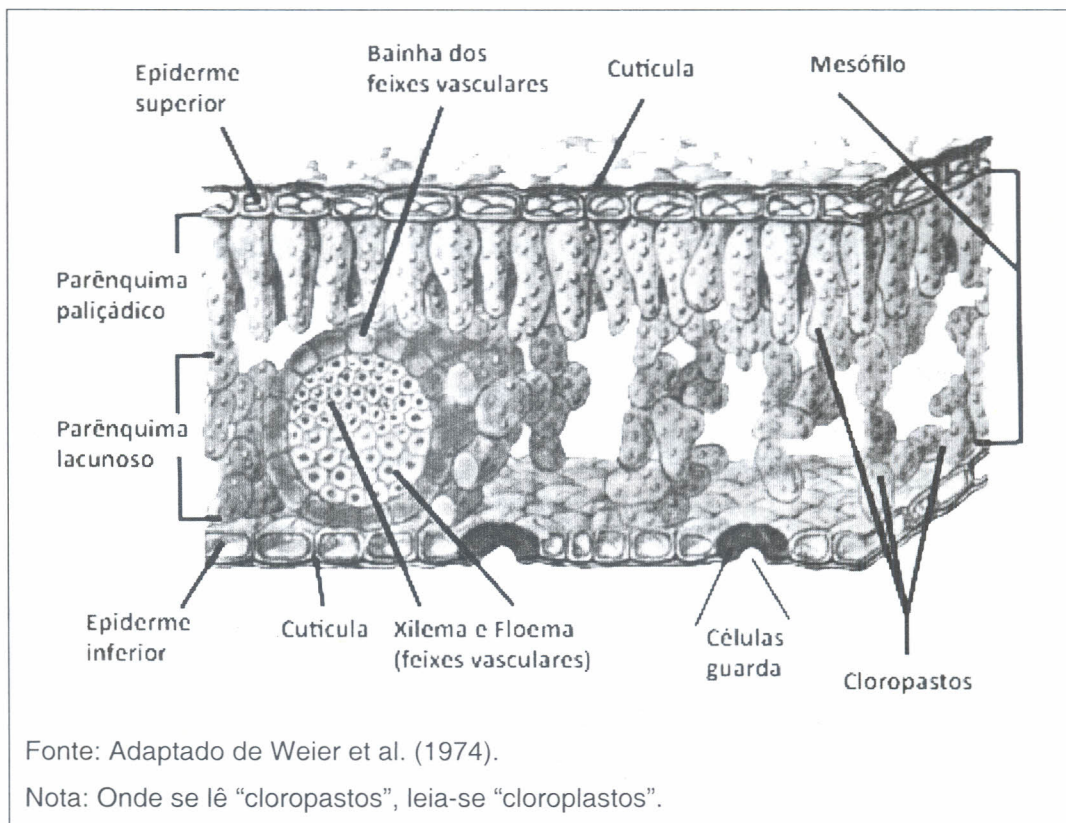


Figura 1. Estrutura e organização dos tecidos de uma folha

Características da adubação foliar

A adubação foliar, comparada com a absorção de nutrientes através da raiz, é bem mais rápida e eficaz, principalmente para micronutrientes quando estes se encontram no solo em muito baixas concentrações. No entanto, deve-se considerar que a intensidade da absorção pelas folhas é muito limitada pelas barreiras impostas

pelas características da planta, do ambiente e do produto a ser utilizado. Dessa forma, não é adequado suprir os nutrientes requeridos pelas plantas unicamente pela adubação foliar.

A velocidade de absorção foliar dos diferentes nutrientes é variável. O potássio, os elementos secundários e os micronutrientes são absorvidos em períodos de horas até 1 dia; já a velocidade de absorção do fósforo é mais lenta. Essas características são extremamente importantes para a tomada de decisão, definindo quando realizar a adubação foliar. Existe uma série de fatores que interagem entre si e influenciam sobremaneira a eficiência da adubação foliar, que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores que influem na eficiência da adubação foliar

Fatores relacionados à planta	Fatores relacionados ao ambiente	Fatores relacionados à solução a ser aplicada
Tipos de cera	Temperatura	Concentração
Idade da folha	Luz	Dose do fertilizante
Estômatos	Fotoperíodo	Técnicas de aplicação
Células-guardas	Vento	Agentes umectantes
Presença de tricomas	Umidade	pH
Superfície superior e inferior da folha	Seca	Higroscopicidade
Turgidez da folha	Hora do dia	Compostos utilizados
Umidade sobre a folha	Potencial osmótico do meio que banha as raízes	Propriedade de aderência da folha
Estado nutricional da folha	Período de <i>deficit</i> de nutrientes	Açúcares
Cultivar		Equilíbrio nutricional
Estados fenológicos		Umectantes e outras substâncias

Fonte: Camargo & Silva (1975); Malavolta (2006); Rosolém (1984); Rosolém & Boaretto (1989).

O efeito de quaisquer desses fatores varia com as condições tanto do solo como do ambiente, o que pode tornar a resposta da adubação foliar muito variável e complexa. O manejo de todos os fatores mencionados determinará a eficiência agrônômica da aplicação.

A adubação foliar poder ser afetada por fatores inerentes à planta, aos nutrientes, às soluções pulverizantes e por fatores externos.

Quanto aos fatores relacionados à planta, podem-se destacar:

a) **a estrutura da folha**, já que condições como cutícula fina, alta frequência de estômatos e número elevado de ectodesmas podem favorecer a absorção de nutrientes. Além disso, a absorção é menos intensa na página adaxial do que na abaxial;

b) **a composição química da folha**, já que cutículas bem hidratadas são bastante permeáveis à água e aos hidrossolúveis, bem como as substâncias lipóides penetram mais facilmente nas folhas mais velhas;

c) **a idade da folha**, uma vez que a absorção de nutrientes é mais intensa nas folhas novas do que nas adultas e nas velhas;

d) **o estado iônico interno**, já que a capacidade de absorção foliar pode ser limitada pela quantidade do elemento já contido nas folhas.

Quanto aos fatores relacionados aos nutrientes, pode-se destacar:

a) **a mobilidade**, já que os nutrientes podem ser classificados como móveis (nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, cloro e molibdênio), parcialmente móveis (enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco) e imóveis (cálcio e boro) (Malavolta, 2006);

b) **interações entre nutrientes**, considerando a sinérgica, por exemplo, aplicações foliares de zinco com nitrogênio, que aumentam significativamente as concentrações de zinco nas folhas novas, ou, então, a antagônica, por exemplo, aplicações foliares de cobre e zinco, em que o cobre deprime a absorção de zinco.

Quanto aos fatores inerentes às soluções pulverizantes, pode-se destacar:

a) **a solubilidade dos nutrientes**, já que o conhecimento do grau de solubilidade dos sais evita a formação de resíduos insolúveis nas folhas (injúrias);

b) **a concentração da calda pulverizante**, uma vez que existem plantas que toleram concentrações relativamente elevadas de sais sobre as folhas, ao passo que outras são injuriadas com baixas concentrações. Conforme as condições, podem ser obtidos resultados muito mais eficazes por meio de várias aplicações foliares em intervalos semanais, ou quinzenais, com calda a baixas concentrações, do que com uma só aplicação de calda mais concentrada;

c) **as misturas de nutrientes e outros solutos**, considerando que caldas pulverizantes concentradas em sais podem causar fitotoxicidade, de modo que devem ser usados agentes protetores, surfactantes, espalhantes para aumentar a eficiência;

d) **efeitos do pH**: Efeitos diretos na absorção e disponibilidade dos elementos.

Quanto aos fatores externos, pode-se destacar:

a) **a luz**, já que a energia luminosa é utilizada na absorção iônica pelas células e favorece também a translocação dos nutrientes. A luz intensifica a produção de cera superficial da folha;

b) **a disponibilidade de água no solo**, uma vez que planta com boa disponibilidade de água no solo mantém túrgidas as células, favorecendo a penetração foliar dos nutrientes;

c) **a temperatura**: Em geral, a absorção aumenta com a elevação da temperatura e diminui com seu abaixamento (metabolismo). A temperatura também favorece a evaporação na superfície das folhas e aumenta a concentração dos nutrientes, o que favorece a penetração de maior quantidade de íons no apoplasto (pode ser tóxico);

d) **a umidade atmosférica**: A absorção foliar é favorecida pela elevada umidade atmosférica, pois mantém a cutícula hidratada. Alta umidade e baixa temperatura podem formar neblina ou orvalho (a diluição pode inverter o gradiente) e podem prejudicar a absorção. A baixa umidade favorece a evaporação e eleva a concentração a níveis tóxicos;

e) **o modo de aplicação das pulverizações foliares**: As pulverizações grosseiras produzem gotas muito grandes, molham em excesso a folhagem e provocam o gotejamento e escorrimento da solução para o solo.

Importância prática da adubação foliar para fruteiras de clima temperado

Macronutrientes

Como os macronutrientes são requeridos em grandes quantidades pelas plantas, o suprimento desses nutrientes via adubação foliar apresenta limitações, já que a dose a ser aplicada via adubação foliar não pode ser tão elevada, pelo risco de fitotoxicidade, o que leva à necessidade de um alto número de aplicações, determinando um custo que o tornará impraticável para a maioria dos cultivos.

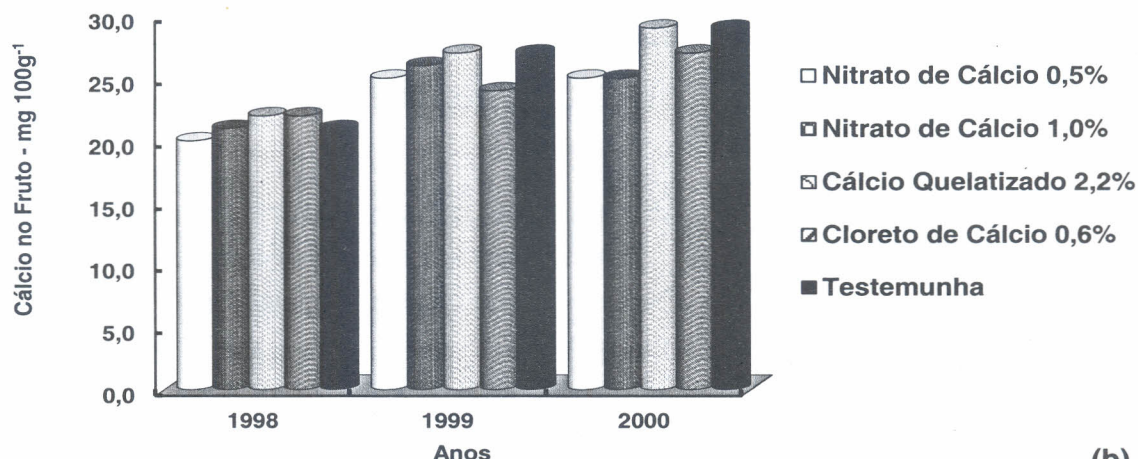
Além disso, deve-se considerar que a maioria dos cultivos de fruteiras de clima temperado, especialmente macieira e pereira, estão localizados em regiões com boa distribuição pluviométrica e temperaturas amenas no outono e inverno, com solos com alto teor de matéria orgânica, boa capacidade de retenção de umidade e perfis profundos. Nessas regiões é normal a ausência de resposta à adição de fertilizantes nitrogenados, já que essas características contribuem para a mineralização de grandes quantidades do nitrogênio nativo, bem como para a exploração de um grande volume de solo.

Soma-se a isso, a baixa exigência em nitrogênio por essas culturas ou, então, a alta eficiência delas em extrair fósforo do solo (mesmo que em concentrações baixas), bem como o caráter perene que permite absorver e estocar tais nutrientes para utilização posterior. Para potássio, mesmo existindo resposta à adubação potássica via solo quanto ao aumento de produção e da qualidade dos frutos (Nachtigall et al., 2007; Nava et al., 2008), os princípios relativos à aplicação foliar (discutidos acima) continuam válidos, principalmente se for considerada a grande quantidade desse nutriente que é extraída pelos frutos, que exigiriam um alto número de aplicações para prover as plantas de suas necessidades. Assim, para pomares de fruteiras temperadas com bom equilíbrio nutricional, a eficiência da adubação foliar com nitrogênio, fósforo e potássio é nula ou muito baixa (Nachtigall et al., 2004).

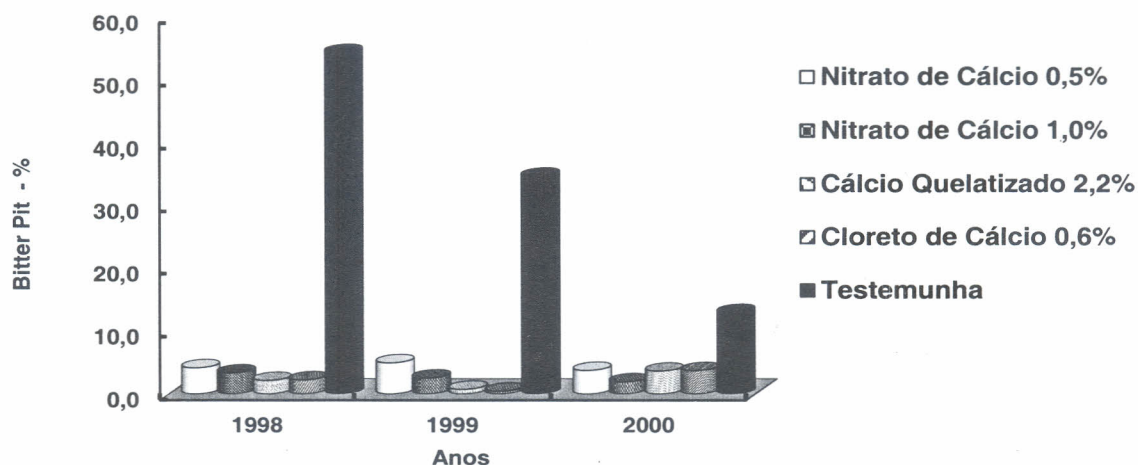
A exceção para fruteiras de clima temperado está relacionada ao cálcio, principalmente para macieira, pereira e pessegueiro, já que desordens ocasionadas por baixas concentrações desse nutriente nos tecidos das plantas são amplamente conhecidas por sua baixa mobilidade via floema. Baixas concentrações de cálcio na planta, principalmente nos frutos, são conhecidas por estar relacionadas a distúrbios fisiológicos como o "bitter pit", "cork spot" e depressão lenticelada.

Para as fruteiras de clima temperado, são encontrados resultados positivos às aplicações foliares de cálcio durante a etapa de frutificação, em especial na superfície dos frutos em desenvolvimento. Nachtigall (1997) testou o efeito de fontes de cálcio em aplicações foliares para a macieira cultivar Fuji e observou, no período de 1998 a 2000, que não houve diferença entre as fontes de cálcio avaliadas, e a aplicação de cálcio diminuiu a incidência de distúrbios fisiológicos nos frutos (Figura 2). Ernani et al. (2002) verificaram que a incidência de distúrbios fisiológicos em macieira cultivar Gala diminuiu de 25% nas áreas onde não se aplicou Ca para 2% onde foram feitas 12 pulverizações com solução de cloreto de cálcio 0,5% (Figura 3).

(a)



(b)



Fonte: Nachtigall (2010) (dados não publicados).

Figura 2. Concentração de cálcio nos frutos da cultivar Fuji (a) e incidência de “bitter pit” nos frutos (b) em função de diferentes fontes de cálcio, nas safras 1998/99 a 2000/01

A eficiência da aplicação foliar de cálcio em fruteiras de clima temperado está relacionada às condições de clima, volume de produção por planta, número de aplicações, entre outros fatores. Safras em que ocorrem elevados índices pluviométricos, ou safras cujo volume de produção por planta é baixo, ou número de aplicações inferior a quatro por safra têm maior predisposição à ocorrência de sintomas de distúrbios fisiológicos relacionados ao cálcio.

Para pessegueiros cultivados na Serra Gaúcha, pulverizações foliares de cloreto de cálcio e nitrato de cálcio durante o ciclo produtivo do pessegueiro aumentam o teor de cálcio na folha. Porém, não afetam o teor de cálcio, nitrogênio, potássio e magnésio no fruto nem o rendimento (Melo et al., 2007).

Para o magnésio, em determinadas situações de manejo do solo e da planta, podem ocorrer deficiências, sendo necessária a aplicação foliar desse nutriente para

corrigir o problema. Os sintomas de deficiência ocorrem normalmente na segunda metade do ciclo vegetativo (meados de janeiro e fevereiro), caracterizando-se por amarelecimento das regiões internervais das folhas mais velhas, cujas manchas, na forma de V, evoluem das margens da folha em direção à nervura central. Esse sintoma evolui para necrosamento dos tecidos atacados, culminando com a desfolha precoce da base do ramo. Para essas situações, pulverizações com magnésio por via foliar têm sido utilizadas como meio de evitar ou reduzir situações de deficiência (Suzuki & Basso, 2006).

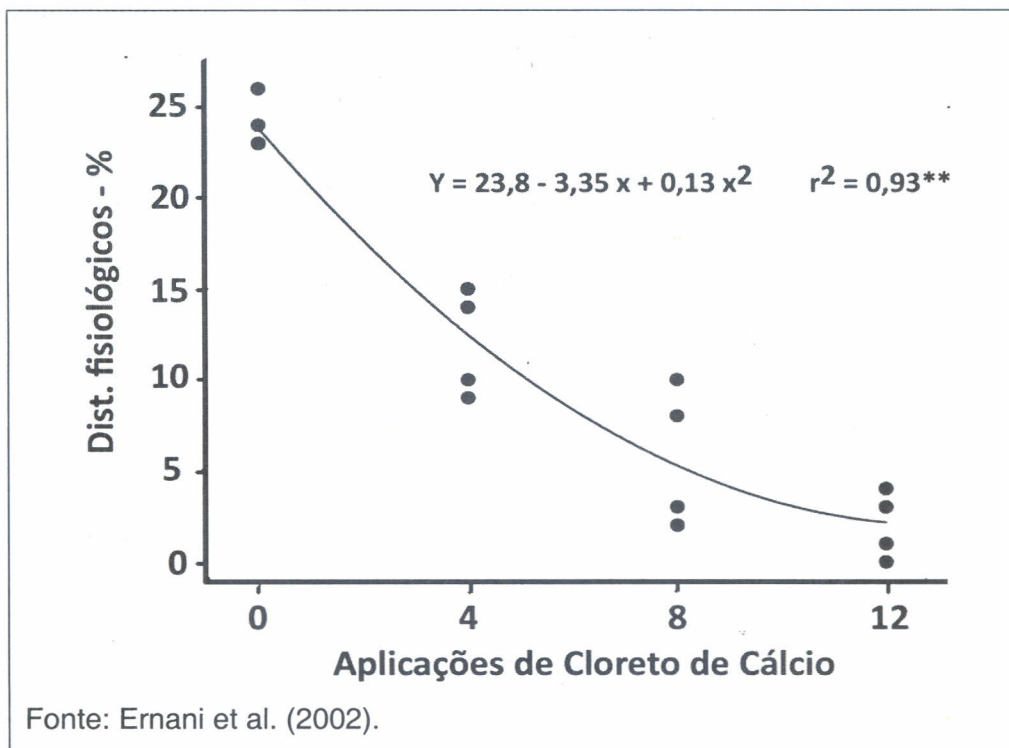


Figura 3. Percentagem de frutos da cultivar Gala com “bitter pit” + depressão lenticelada na safra 2000/01, após cinco meses de armazenagem, em decorrência da aplicação foliar com cloreto de cálcio 0,5%.

Dessa forma, para fruteiras de clima temperado, exceto para o cálcio, a adubação foliar deve ser realizada somente quando a análise foliar identificar deficiências nutricionais e esse tipo de adubação for o mais indicado para corrigir tais situações de desequilíbrio. Por outro lado, existem poucos trabalhos que testam a eficiência da adubação foliar, e os resultados ainda são pouco consistentes.

Micronutrientes

Os micronutrientes, como são requeridos em pequenas quantidades pelas plantas, podem ter na adubação foliar uma forma adequada de aplicação, já que apresentam a vantagem de que a dose de aplicação via adubação foliar pode ser tão baixa, não necessitando de um alto número de aplicações.

A aplicação de boro por via foliar pode melhorar a germinação do grão de pólen em fruteiras de clima temperado. Na cultura da macieira, especificamente para a cultivar Gala e suas mutações, a aplicação de boro por via foliar promoveu a antecipação de colheita sem afetar negativamente a firmeza da polpa e os teores de

sólidos solúveis quando foram feitas três aplicações de bórax a 0,8%, em intervalos de 30 dias, iniciando um mês após a plena floração (Nachtigall & Freire, 1998) (Figura 4).

O boro, embora seja necessário para a obtenção de boa produção e qualidade, pode reduzir a qualidade dos frutos quando presente em excesso, já que a faixa de tolerância dessa cultura, entre deficiência e toxidez, é muito estreita. Existe correlação entre altos teores de boro no fruto e o aumento da incidência de distúrbios internos.

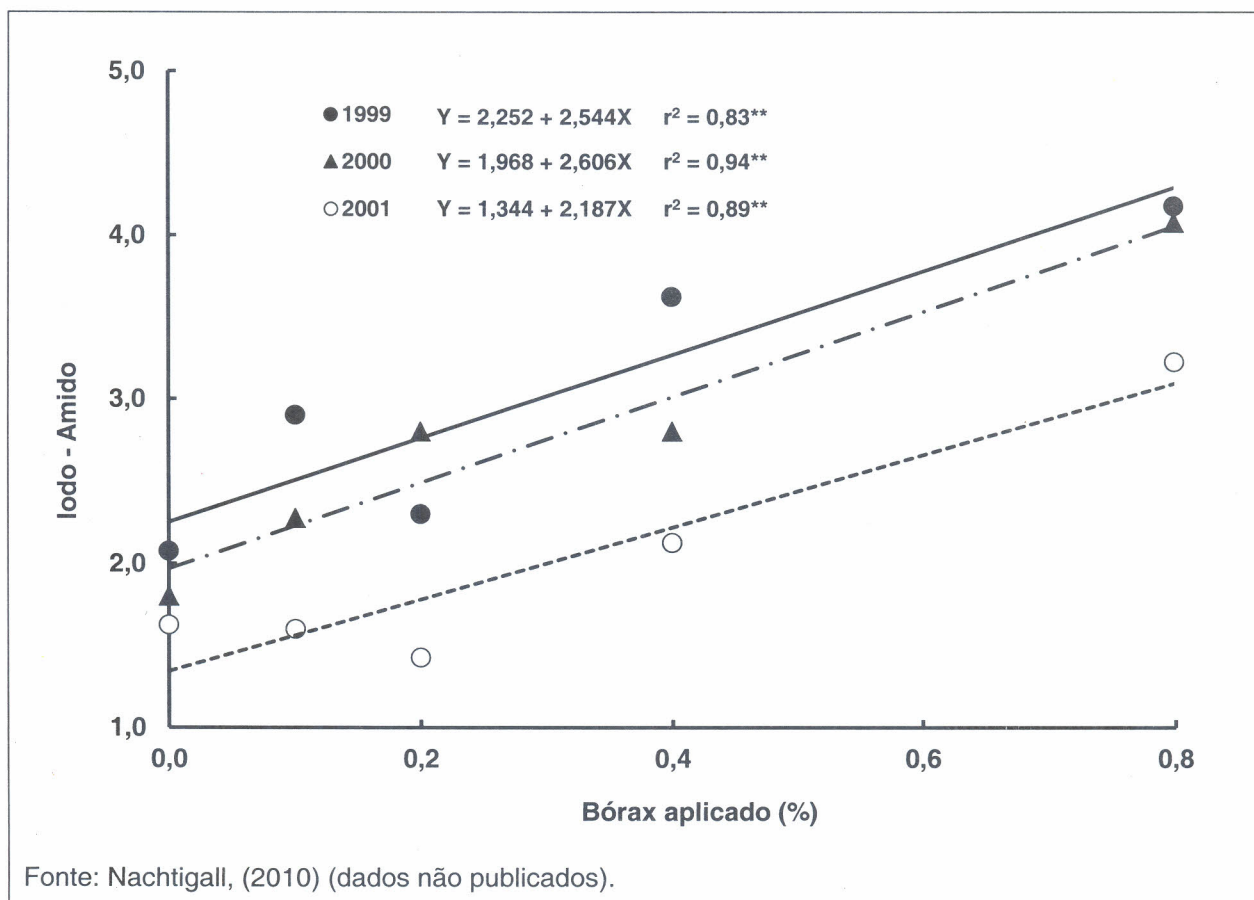


Figura 4. Relação entre os graus de maturação do fruto de macieira da cultivar Gala expressa pelo índice iodo-amido, safras 1998/99 a 2000/01

Para corrigir ou evitar deficiências de zinco, são sugeridas duas diferentes épocas de aplicação do nutriente via pulverização. Alguns pesquisadores sugerem que esse nutriente seja aplicado no período de dormência da macieira. Outros recomendam, tanto para a correção como para a prevenção de deficiência, a aplicação de zinco no período vegetativo da macieira, embora não descartem a aplicação na fase de dormência da planta.

Considerando as situações de cultivo de fruteiras de clima temperado no sul do Brasil, para os demais micronutrientes praticamente não são verificadas situações de deficiência que caracterizem a necessidade de utilizar adubação foliar para corrigir ou complementar as necessidades nutricionais dessas plantas. Além disso, muitos dos pesticidas aplicados nessas culturas possuem alguns desses micronutrientes na sua molécula.

Contudo, sempre que for verificada deficiência nutricional, através do diagnóstico nutricional, se deve utilizar essa técnica para elevar os níveis desse

grupo de micronutrientes na planta, evitando reduções de produtividade ou qualidade de produção.

Conclusões e considerações gerais

A adubação foliar tem por objetivo suprir nutrientes a folhas e frutos de forma direta naqueles momentos em que são necessárias respostas rápidas por parte da planta, caracterizando-se principalmente como uma prática para: a) corrigir deficiências eficiente e rapidamente; b) complementar a aplicação de nutrientes via solo; c) suplementar a adubação do solo, que visa utilizar um possível efeito da adubação foliar na absorção radicular.

A eficiência da nutrição foliar é variável com o tipo de fertilizante ou produto utilizado em função da solubilidade do cátion ou do ânion acompanhante, da possibilidade de formar compostos precipitados com pesticidas e com o tamanho da molécula. Moléculas grandes, como quelatos, têm maior dificuldade em atingir o interior da folha do que nutrientes aplicados na forma de sal.

As pulverizações foliares devem ser evitadas quando a temperatura atinge valores iguais ou superiores a 25°C, pois ocorre rápida evaporação da solução nutritiva, diminuindo o tempo de contato com a folha, aumentando os riscos de fitotoxicidade. Umidades relativas altas favorecem a nutrição foliar porque aumentam o tempo de permanência da solução sobre as folhas e mantêm os espaços intercelulares com mais água. Por isso, as aplicações foliares devem ser realizadas preferencialmente nas primeiras horas da manhã, ou no final da tarde e à noite.

Para fruteiras de clima temperado, o fornecimento dos principais nutrientes requeridos pelas plantas, como nitrogênio, fósforo e potássio, é mais eficaz e econômico com aplicação via solo. A adubação foliar deve ser utilizada somente para situações de correção de deficiências nutricionais durante o ciclo de crescimento, efetivamente detectadas pela análise foliar, ou, então, quando o suprimento de nutrientes via solo não permite obter a melhor produtividade e qualidade de frutos, como é o caso do cálcio para as culturas da macieira, da pereira e do pessegueiro no sul do Brasil.

Literatura citada

1. CAMARGO, P.N.; SILVA, O. *Manual de adubação foliar*. São Paulo: Libreira e Editora Herba, 1975. 258p.
2. ERNANI, P.R.; AMARANTE, C.V.T.; DIAS, J. et al. Preharvest calcium sprays improve fruit quality of 'Gala' apples in Southern Brazil. *Acta Horticulturae*, v.594, p.481-486, 2002.
3. MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
4. MELO, G.W.B.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. *Pulverizações foliares de cálcio em pessegueiros cultivados na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul e alterações no teor de nutrientes na folha, no fruto e rendimento*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 8p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 81).
5. NACHTIGALL, G.R. Fontes de cálcio para aplicação via foliar em macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro, RJ. *Anais...* Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.
6. NACHTIGALL, G.R.; FREIRE, C.J.S. Efeito da aplicação foliar de boro na qualidade da maçã. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO,

- 2., 1998, Santa Maria, RS. *Resumos Expandidos...* Santa Maria, RS: NRS-SBCS, 1998. p.75-78.
7. NACHTIGALL, G.R.; BASSO, C.; FREIRE, C.J.S. Nutrição e adubação de pomares. In: NACHTIGALL, G.R. (Ed.). *Maçã: produção*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 63-77.
8. NACHTIGALL, G.R.; CARRARO, H.R.; ALLEONI, L.R.F. Potassium, calcium, and magnesium distribution in an Oxisol under long-term potassium-fertilized apple orchard. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.38, p.1439-1449, 2007.
9. NAVA, G; DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Nitrogen and potassium affect fruit quality of fuji apple in southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.39, p.96-107, 2008.
10. ROSOLÉM, C.A. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa, 1984. p.419-449.
11. ROSOLÉM, C.A.; BOARETTO, A.E. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 2., 1987, Botucatu, SP. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1989. v.2, p.513-545.
12. SUZUKI, A.; BASSO, C. Solos e nutrição da macieira. In: EPAGRI. *Manual da cultura da macieira*. Florianópolis: Epagri, 2006. p.341-381.
13. WEIER, T.E.; STOCKING, C.R.; BARBOUR, M.G. *Botany: an introduction to plant biology*. New York: John Wiley and Sons, 1974. 693p.