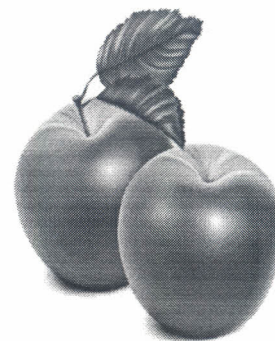


Enfoque e resultados de pesquisa em nutrição de macieiras na Embrapa



Gilmar Ribeiro Nachtigall¹

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros trabalhos de pesquisa em nutrição mineral da cultura da macieira no Rio Grande do Sul iniciaram com a criação, em 1981, do Campo Experimental de Vacaria, ligado administrativamente a Embrapa (UEPAE Cascata), de Pelotas, que na época era responsável pela pesquisa e desenvolvimento em fruteiras de clima temperado. Os experimentos foram realizados com a cultivar *Golden Deliciuse* buscavam estabelecer “Doses e métodos de incorporação de calcário”, o “Manejo de macronutrientes em pomar de macieira” e o “Manejo de nitrogênio em macieira”. Os resultados obtidos nestes experimentos, permitiram, já na década de 80, estabelecer a recomendação de calagem e de modo de aplicação para macieira, recomendação ainda vigente, caracterizar a falta de resposta da macieira a aplicação de N em Latossolo e a implantação do Programa de Análise Foliar em Macieira. A Embrapa vem desenvolvendo pesquisas na área de fertilidade do solo e nutrição de plantas para a cultura da macieira desde 1981, cujos principais avanços tecnológicos, recomendações técnicas e resultados de pesquisa serão apresentados a seguir.

2. PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE MACIEIRA

Para a obtenção de plantas produtivas e com produção de qualidade, sob o ponto de vista nutricional, é necessário que ocorra a disponibilidade e a absorção dos nutrientes em proporções adequadas, tanto via solo como através da suplementação via foliar. Qualquer desequilíbrio nestas proporções pode causar a deficiência ou o excesso de nutrientes. A deficiência de nutrientes caracteriza-se pelo suprimento insuficiente de um ou mais nutrientes, sendo provocada pela baixa disponibilidade deste(s) no solo, por características do solo (ex.: pH, capacidade de retenção do solo, etc.), pelo antagonismo entre nutrientes ou por características da planta.

2.1. Principais Resultados por Nutriente na Cultura da Macieira

2.1.1. Nitrogênio

Deficiências de nitrogênio não são de ocorrência freqüente nas regiões produtoras do Brasil. Com exceção da região de São Joaquim, SC, os resultados de pesquisa demonstram não haver resposta de produtividade com o aumento dos teores de nitrogênio na planta. Nachtigall & Dechen (2007), utilizando a cultivar *Fuji*, mostraram que não há resposta à aplicação de nitrogênio anualmente sobre os parâmetros de crescimento, produção, qualidade de frutos e concentração de nutrientes nas folhas e frutos.

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: gilmar@cnpuv.embrapa.br.

2.1.2. Fósforo

Até pouco tempo raramente eram encontrados trabalhos mostrando respostas da macieira a aplicação de fósforo (Boynton, 1954; Greenham & Priestley, 1980) ou descrito problemas de deficiência na cultura da macieira, embora seja um nutriente importante no metabolismo vegetal. Esta baixa incidência de problemas nutricionais com fósforo para a cultura da macieira é atribuída a exigência moderada da cultura e a sua adaptação aos solos com baixa disponibilidade de fósforo, em função do tipo e capacidade de absorção de fósforo pelo sistema radicular da macieira. Os resultados de pesquisa demonstram não haver resposta de produtividade à aplicação de fósforo anualmente (Nachtigall & Dechen, 2005).

2.1.3. Potássio

O potássio está diretamente relacionado a produtividade e qualidade, como observou Nachtigall (2000), onde a produção de frutas da categoria extra apresentou resposta curvilínea positiva em relação ao teor de potássio no solo e a aplicação de potássio aumentou a quantidade de frutas de maior calibre conforme aumentou a concentração foliar de potássio, bem como a intensidade de cor da película da fruta aumentou conforme aumentaram as concentrações de potássio nas folhas.

Para cultura perenes como a macieira, a obtenção de resultados confiáveis e que possam subsidiar recomendações técnicas envolvem a condução de experimentos de longa duração. Neste sentido, os resultados obtidos com experimento de doses de potássio, conduzido durante nove anos, foram importantes para o estabelecimento do manejo deste nutriente. Em safras com alta produtividade observa-se reposta em produtividade com doses mais elevadas de potássio, já em safras de menor produtividade, as maiores produções podem ser obtidas com doses menores. Em ambas situações verifica-se relação entre a produtividade e teores no solo e na planta (Nachtigall, 2000; Nachtigall et al., 2007). Estes resultados subsidiaram as mudanças nas recomendações de adubação potássica para macieira no RS e SC (CQFS RS/SC, 2004).

2.1.4. Cálcio

Para a cultura da macieira, a disponibilidade e a absorção de cálcio são de grande interesse, pois baixas concentrações de cálcio na planta, principalmente nos frutos, são conhecidas por estarem relacionadas a distúrbios fisiológicos como o "bitter pit" (Shear, 1975; Bramlage et al., 1980; Perring, 1984). Altos teores de potássio e de magnésio, oriundos de adubações desequilibradas com estes nutrientes, também podem causar "bitter pit", tanto direta como indiretamente, já que podem induzir a baixos teores de cálcio na planta (Perring & Plocharski, 1975; Lune & Goor, 1979; Hopfinger et al., 1984). Em condições extremas, este distúrbio pode ocorrer até mesmo no pomar, quando se aproxima a colheita. Entretanto, a maioria das ocorrências se dá durante ou após o armazenamento dos frutos. Pulverizações com cálcio via foliar têm sido utilizadas como meio de evitar e/ou reduzir distúrbios fisiológicos em maçãs (Nachtigall & Freire, 1998; Nachtigall & Freire, 2000).

Para a cultura da macieira, o diagnóstico prévio de probabilidade de ocorrência de distúrbios fisiológicos em frutos é extremamente importante, pois permite a tomada de decisão quanto ao destino da fruta recém colhida. Contudo, o diagnóstico utilizando a concentração de cálcio nas folhas ou frutos é extremamente complexo, pois verifica-se grande variabilidade de prognósticos em função do tipo de amostra utilizada para estimar a incidência de distúrbios fisiológicos nos frutos (Nachtigall & Melo, 2012).

2.1.5. Magnésio

Os sintomas de deficiência são bem nítidos e ocorrem inicialmente nas folhas mais velhas da base dos ramos, caracterizando-se por amarelecimento das regiões internervais das folhas, cujas manchas na forma de V, evoluem das margens da folha em direção à nervura central. Este sintoma evolui para necrosamento dos tecidos atacados, culminando com a desfolha precoce das folhas da base do ramo. Estes sintomas de deficiência ocorrem normalmente na segunda metade do ciclo vegetativo (meados de janeiro e fevereiro), e pulverizações com magnésio via foliar têm sido utilizadas como meio de evitar e/ou reduzir situações de deficiência (Nachtigall et al., 2004).

2.1.6. Boro

O boro, embora seja necessário para a obtenção de boa produção e qualidade da maçã, pode reduzir a qualidade de frutos quando presente em quantidade excessivas. Segundo Yogaratnam & Johnson (1982) e Marlow & Loescher (1984), existe correlação entre altos teores de boro no fruto e o aumento da incidência de desordens internas. Altos teores de boro nos frutos podem também proporcionar desenvolvimento precoce de cor, aumento na incidência de degeneração e mudança na firmeza (Bramlage & Thompson, 1962; Yogaratnam & Johnson, 1982; Bramlage & Weis, 1991). A aplicação de bórax via foliar até 0,8% antecipa a maturação, principalmente na cv. *Gala*, sem afetar negativamente a qualidade da fruta (Nachtigall, 1995).

2.1.7. Zinco

Os sintomas de deficiência deste nutriente se caracterizam pelo aparecimento de internódios curtos que resultam em brotação pequenas e em forma de rosetas, devido a ação do zinco sobre as auxinas, que podem aparecer somente em alguns ramos da planta. As folhas são menores, estreitas e mais rijas que as normais, apresentado clorose internerval (Boynton & Oberly, 1966). Observações recentes têm constatado que aplicações sucessivas de fosfitos podem provocar deficiência de zinco nos pontos de crescimento. Esta deficiência induzida de zinco é provocada, provavelmente, pelo excesso de fósforo, proveniente do fosfito, já que existe um antagonismo mútuo entre o fósforo e o zinco, principalmente quando um desses elementos excede os valores normais no tecido da planta.

2.2. Análise Foliar na Cultura da Macieira

A análise foliar pode ser uma ferramenta de grande utilidade para o diagnóstico nutricional das plantas, contudo é necessário que sejam utilizados procedimentos disponíveis e adequados para a análise e interpretação dos resultados analíticos. Deve-se considerar que a diagnose foliar pode se tornar uma técnica de difícil entendimento e utilização prática, já que a composição foliar apresenta natureza dinâmica, influenciada pela idade e maturação do tecido, bem como pelas interações que envolvem a absorção e a translocação de nutrientes. A análise de tecidos da parte aérea tem se mostrado muito útil na avaliação do estado nutricional das culturas e nas recomendações de adubação, uma vez que as concentrações dos nutrientes nas plantas são resultantes da ação e da interação dos fatores envolvidos na sua disponibilidade no solo e na absorção pela planta.

2.2.1. Diagnóstico Nutricional pelo Critério de Faixa de Suficiência

Para a realização da análise foliar da macieira, devem ser colhidas folhas completas (limbo com pecíolo) da porção média dos ramos do ano, posicionados em altura facilmente acessível, sem o uso de escada, nos diferentes lados das plantas, no período de 15 de janeiro a 15 de fevereiro. Cada amostra deve ser composta de, aproximadamente, 100 folhas, podendo representar um grupo de plantas ou um pomar, dependendo da homogeneidade. Cada amostra

relaciona-se a uma condição nutricional. Assim, folhas com sintomas de deficiência nutricional não devem ser misturadas com folhas sadias. Cada amostra deve ser constituída de folhas de plantas da mesma idade e da mesma cultivar. Não devem ser coletadas amostras de ramos ladrões, que não refletem o crescimento médio dos ramos do ano. As folhas que compõem a amostra devem estar livres de doenças e de danos causados por insetos e não devem entrar em contato com embalagens usadas de defensivos, fertilizantes, etc. (Magnaniet al., 1997).

2.2.2. Diagnóstico Nutricional pelo Método DRIS

O Critério de Faixa de Suficiência, embora apresente eficiente no diagnóstico do estado nutricional, apresenta algumas limitações práticas: a) não permite a interpretação de resultados de amostras coletadas fora do período indicado; b) o resultado da análise foliar, mesmo realizado em um curto espaço de tempo, não permite corrigir problemas nutricionais na mesma safra; avaliar cada nutriente de forma isolada. Contudo, esta metodologia não considera as interações entre os nutrientes, nem o balanço nutricional da planta. Com isso, quando mais de dois nutrientes encontram-se abaixo dos níveis críticos, este método não permite avaliar qual nutriente é o principal limitante da produção.

Este tipo de avaliação integrada do estado nutricional de plantas é obtido pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) (Beaufils, 1973), que é um método no qual os teores dos nutrientes não são considerados individualmente, mas sim através de relações binárias, provendo maior confiabilidade que as interpretações individuais dos nutrientes. O DRIS é um método de diagnose nutricional de plantas que se baseia no cálculo de índice para cada nutriente, considerando sua relação com os demais, e comparando cada relação com as relações médias de uma população de referência (Beaufils, 1971).

No Brasil, os primeiros trabalhos sobre a utilização deste método para a diagnose nutricional da macieira foram desenvolvidos por Nachtigall (2004). Os resultados mostraram que o método DRIS foi eficiente para o diagnóstico nutricional da macieira, para as condições do Sul do Brasil, por apresentar diagnóstico nutricional correto e similar ao critério de faixas de suficiência, bem como por identificar que amostras com desbalanço nutricional estão relacionadas a pomares com menores produtividades. Pelos resultados obtidos, a amostragem de folhas realizada em novembro foi mais eficiente para o diagnóstico nutricional da macieira no sul do Brasil pelo método DRIS, por apresentar menor variabilidade na concentração de nutrientes e melhor relação entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produtividade.

2.3. Irrigação e Fertirrigação na Cultura da Macieira

Nos últimos anos têm ocorrido períodos frequentes de falta de chuvas durante o ciclo produtivo da cultura, aumentando o interesse dos produtores pela instalação de sistemas de irrigação em suas áreas. Deve-se considerar que o uso da irrigação permite a aplicação de fertilizantes através da água (fertirrigação). Os resultados de pesquisa mostraram que na safra 2008/09 houve déficit hídrico em vários momentos da fase vegetativa da macieira, demonstrado pela avaliação dos tensiômetros localizados no sistema convencional (sem aplicação de água de irrigação), cujas leituras mostraram, desde o início de dezembro de 2008, tensões que ultrapassaram -50 kPa, indicando a necessidade da aplicação de água. Nos tratamentos de irrigação e de fertirrigação as tensões médias avaliadas se mantiveram nos índices pré-estabelecidos como adequados para a cultura, uma vez que os tensiômetros a 30 cm de profundidade apresentaram valores próximos a -15 kPa, através da aplicação de água pelo sistema de irrigação e/ou fertirrigação, mostrando a eficácia e a aplicabilidade do controle hídrico na cultura da macieira (Nachtigall, 2011).

A irrigação e a fertirrigação podem ser ferramentas importantes na melhoria da produtividade e da qualidade em períodos prolongados de déficit hídrico. Na safra 2008/09, os resultados mostraram que a irrigação proporcionou, para as categorias extra e especial, acréscimo de produção de 51% e 13%, respectivamente, enquanto que para as categorias comercial e refugo houve decréscimo da produção de 15% e 49%, respectivamente, em comparação com o cultivo sem irrigação (Nachtigall, 2011).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis - a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South African Journal**, v.1, p.1-30, 1971.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition.** Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

BOYNTON, D. Apple nutrition. In: CHILDERS, N. F. (Ed.). **Mineral nutrition of fruit crops.** Horticultural Publications. Rutgers Univ., New Brunswick: N.J. Somerset Press, Somerville, N.J. 1954. p.1-78

BOYNTON, D.; OBERLY, G. H. Apple nutrition. In: CHILDERS, N. F. (Ed.). **Nutrition of fruit crops - temperature, sub-tropical, tropical.** Horticultural Publications. Rutgers Univ., New Brunswick: N.J. Somerset Press, Somerville, N.J. 1966. 1-50p.

BRAMLAGE, W. J. & THOMPSON, A. H. The effects of early-season sprays of boron on fruit set, color, finish, and storage life of apples. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, v.80, p.64- 72, 1962.

BRAMLAGE, W. J. & WEIS, S. A. A re-examination of the boron recommendations for apple trees in Massachusetts. **Fruit Notes**, v.56, p.10-12, 1991.

BRAMLAGE, W. J.; DRAKE, M.; LORD, W. J. The influence of mineral nutrition on the quality and storage performance of pome fruits grown in North America. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.92, p.29-38, 1980.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.

GREENHAM, D. W. P.; PRIESTLEY, C. A. Discussion session on nitrogen and phosphorus nutrition. In: JACKSON, J.E.; SHARPLES, R.O.; WALLER, W.M. (ed.) **Mineral nutrition of fruit trees.** London: Butterworths, 1980. p.301-305.

HOPFINGER, J. A.; POOVAIAH, B. W.; PATTERSON, M. E. Calcium and magnesium interaction in browning of 'Golden Delicious' apples with bitter pit. **Scientia Horticulturae**, v.23, p.345-351, 1984.

LUNE, P. van; GOOR, B. J. van. Extractability of calcium from apple fruit and apple leaf tissue and the occurrence of bitter pit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.54, p.327-331, 1979.

MAGNANI, M.; FREIRE, C. J. S.; CHOER, E. **Manual para análise foliar: macieira.** 3.ed. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1997. 7p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 34).

MARLOW, G. C.; LOESCHER, W. H. Watercore. **Horticultural Review**, v.6, p.189- 251, 1984.

NACHTIGALL, G. R. Efeito da aplicação de boro via foliar em macieira.. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 4., 1995, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre : FEPAGRO, 1995. p. 71.

- NACHTIGALL, G. R. Produção da macieira cv. Gala/MM106 em função da adubação potássica via solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2000, Pelotas. **Resumos Expandidos...** Pelotas: NRS-SBCS, 2000. 4p. CD-ROM. Seção Trabalhos.
- NACHTIGALL, G. R. Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no sul do Brasil. Piracicaba, 2004. 141p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Inovações Tecnológicas para o Setor da Maçã: INOVAMAÇÃ**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 338p. 2011. ISSN 978-85-89921-12-1. (Embrapa Uva e Vinho, Livro).
- NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional da macieira em resposta à adubação fosfatada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, 2005, Recife. **Anais...** Recife : SBCS, 2005. v. CD-ROM.
- NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. Uso do DRIS na fruticultura. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 10., 2007, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2007. v. 1, p. 11-25. Palestras.
- NACHTIGALL, G. R.; FREIRE, C. J. S. Previsão da incidência de "Bitter pit" em maçãs através dos teores de cálcio em folhas e frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, p.158-166, 1998.
- NACHTIGALL, G. R.; FREIRE, C. J. S. Resposta de cultivares de macieira à diferentes épocas de aplicação de cálcio via foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. CD-ROM. **Seção Trabalhos**. Fortaleza : SBF, 2000. p. 1.
- NACHTIGALL, G. R.; MELO, G. W. B. Diagnose foliar nas culturas da maçã e da uva. In: Renato PRADO, R. M. (Ed.). **Nutrição de Plantas: Diagnose foliar em frutíferas**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FAPESP/FUNDUNESP, 2012, p.281-310.
- 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.
- 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.
- PERRING, M. A. Lenticel blotch pit, splitting cracking in relation to calcium concentration in the apple fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.35, p.1165-1173, 1984.
- PERRING, M. A.; PLOCHARSKI, W. Proportions of calcium, magnesium, phosphorus and potassium extractable by water or ethanol from apple fruit tissue in relation to length of storage, orchard factors and storage disorders. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.26, p.1807-1818, 1975.
- SHEAR, C. B. Calcium-related disorders of fruit and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.10, p.361-365, 1975.
- YOGARATNAM.N.; JOHNSON, D. S. The application of foliar sprays containing nitrogen, magnesium, zinc and boron to apple trees. II. Effects on the mineral composition and quality of the fruit. **Journal Horticultural Science**, v.57, p.159-164, 1982.