

# ESTADO NUTRICIONAL DA MACIEIRA NO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA<sup>1</sup>

CLAUDIO JOSÉ DA SILVA FREIRE<sup>2</sup> e IBANOR ANGHINONI<sup>3</sup>

**RESUMO** - Conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o estado nutricional de 27 pomares de macieira (*Malus domestica* Bork.) do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, por meio de análise foliar, complementado pela análise de solo. Verificou-se que os teores de nitrogênio, potássio, manganês e boro se encontram em faixas normais de nutrição, enquanto os teores de fósforo, cálcio, magnésio, ferro e cobre estão em níveis abaixo do normal. Destes, o cálcio e o magnésio se encontram em situação mais crítica.

Termos para indexação: análise foliar, diagnose foliar, nutrição de plantas, *Malus domestica*.

## NUTRITIONAL STATUS OF APPLE ORCHARDS IN RIO GRANDE DO SUL AND SANTA CATARINA, BRAZIL

**ABSTRACT** - This study was conducted to evaluate the nutritional status of twenty-seven apple orchards, located in the State of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, Brazil, using plant and soil analysis. Nitrogen, potassium, manganese and boron leaf contents were in the normal nutrition range. Phosphorus, calcium, magnesium, iron and copper were included in the low nutrition status; among these, calcium and magnesium were the most critical ones.

Index terms: foliar analysis, foliar diagnosis, plant nutrition.

## INTRODUÇÃO

O Brasil era até 1979 o quarto importador mundial de maçã e o primeiro do Hemisfério Sul (Sistemas... 1979). Na esfera nacional, Santa Catarina (SC) constituiu-se o principal centro produtor, estando o Rio Grande do Sul (RS) em segundo lugar, com produção em escala comercial concentrada nos municípios da Serra do Nordeste.

O processo de expansão da cultura da maçã teve, recentemente, um grande impulso no Rio Grande do Sul como decorrência do sucesso obtido pela fruticultura em Santa Catarina. A rápida evolução deveu-se, entre outros fatores, aos recursos alocados pela Rede Oficial de Crédito Agrícola e dos incentivos fiscais do Imposto de Renda. Este incremento perdurou por dez anos e, dos 960 ha cultivados em 1970, o Rio Grande do Sul passou a contar em 1981, com 5.100 ha (Flores Cantillano 1982):

A área ocupada em 1982 por esta cultura no Brasil (20.400 ha) equivalia àquela plantada no Chile ou à metade daquela plantada na Argentina, tradicionais produtores de maçã.

O rápido crescimento da área cultivada e da produção de frutos, aliado ao fato da inexistência de tradição do produtor e de dados de pesquisa aplicáveis às condições existentes no RS e SC, podem induzir ao surgimento de problemas na condução dos pomares, na nutrição das plantas e na fertilidade do solo.

A análise de solo tem sido usada com sucesso na recomendação de adubação para as plantas anuais. Quanto às frutíferas, em virtude de peculiaridades próprias, o mesmo não tem ocorrido (Bould 1966). As recomendações de adubação baseadas na análise de solos, pressupõem que haja uma relação direta entre os nutrientes extraíveis pelo método e os absorvidos pelas plantas. Apesar disso ser verdadeiro para alguns nutrientes e culturas, não o é universalmente (Bould 1966). Em virtude da natureza de seu sistema radicular, da presença de micorrizas ou de organismos especiais na rizosfera, algumas são capazes de absorver mais nutrientes de fontes não acessíveis a outras (Garrard 1966). Por estas razões, a correlação entre os dados da análise de solos e os nutrientes absorvidos pelas plantas frutíferas nem sempre é boa.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 10 junho de 1986.

Parte da dissertação do primeiro autor, para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia (Solos), Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001 Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Prof.-Adj., Dep. Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Caixa Postal 776, CEP 90001 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

A análise foliar parece ser o melhor método para identificar e quantificar a necessidade de fertilizantes para as fruteiras de clima temperado (Kenworthy 1973). Baseada em apropriada metodologia de amostragem e interpretação dos dados analíticos, é útil em confirmar os sintomas visuais de deficiência ou excesso, para diagnosticar o estado nutricional das plantas perenes, bem como suas respostas aos fertilizantes (Bould 1966).

A utilização do método de análise foliar, em conjunto com a análise de solos, parece ser a mais indicada, sendo cada método aplicável em fases distintas da cultura. O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o estado nutricional de pomares de macieira do RS e de SC por meio da análise foliar, complementado pela análise de solos.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento do estado nutricional abrangeu 27 pomares de macieira, sendo treze localizados no RS e quatorze em SC. Os pomares foram selecionados de modo a representar diversos tipos de solos (Tabela 1), idade das plantas e níveis de tecnologia de condução. Assim, no RS foram amostrados pomares localizados nos municípios de Vacaria, Antônio Prado, Bom Jesus, Flores da Cunha e Pelotas; e em SC nos municípios de Fraiburgo, São Joaquim, Bom Jardim da Serra, Videira e Caçador. Todos os pomares amostrados eram constituídos de plantas de macieira (*Malus domestica*, Bork) da cultivar Golden Delicious (Fig. 1).

O solo, em cada pomar, foi amostrado em duas profundidades: 0-30 e 30-50 cm no RS, 0-20 e 20-40 cm em SC. Cada amostra foi composta de dez subamostras, tomadas na área de projeção da copa das plantas. Após a coleta, as amostras foram secas e moídas, de modo a passarem em peneira com 2 mm de malha.

Em cada pomar foi tomada uma amostra de folhas de modo a representar as condições nutricionais do mesmo. O processo de amostragem utilizado foi o indicado por Chapman (1964) e Kenworthy (1964). Cada amostra se constituiu de 100 folhas maduras, inteiras (limbo + pecíolo), livres de danos mecânicos e doenças, localizadas na porção média dos ramos do ano. Independentemente da área dos pomares, a amostragem foi feita por percorrimen-to de toda a superfície amostrada. Não foram coletadas amostras onde a aplicação foliar de nutrientes e/ou defensivos fossem recentes. A amostragem de folhas e a de solo foi realizada entre a 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> semanas após a plena floração.

Logo após a coleta, as folhas foram mantidas em baixa temperatura, até o momento de serem preparadas. No laboratório, as mesmas foram lavadas em solução de sabão em pó a 0,1% e enxaguadas em água destilada e deionizada, de acordo com o preconizado por Chapman (1964). A seguir, foram secas em estufa e finalmente moídas.

Nas amostras de solo foram feitas as determinações de a) pH em água 1:1, b) P e K extraíveis com solução Mehlich, c) Ca, Mg e Al trocáveis (solução N de KCl), d) matéria orgânica, e) necessidade de calcário para elevar o pH do solo até 6,0 (método SMP). As determinações referentes aos itens a, b, d e e foram feitas segundo Mielniczuk et al. (1971) e a c de acordo com Catani & Jacinto (1974).

TABELA 1. Identificação e classificação dos solos dos pomares amostrados.

Unidades de mapeamento <sup>1</sup>	Classificação		Material de origem <sup>4</sup>	Pomar n.º
	Sistema brasileiro <sup>2</sup>	Sistema americano <sup>3</sup>		
Vacaria	Latossolo bruno distrófico	Haplohumox	Basalto	1, 2, 5 e 9, 15, 16, 18, 25 e 28
Bom Jesus	Cambissolo húmico	Haplumbrept	Basalto	10, 11 e 20
Caxias	Solo lítólico distrófico	Haplumbrept	Basalto	12
Farroupilha	Cambissolo húmico	Haplumbrept	Basalto	12
Bexigoso	Brunizem	Hapludalf	Granito	13
Durox	Latossolo húmico distrófico	Haplohumox	Basalto	17 e 19
Cruzeiro	Cambissolo húmico distrófico	Haplumbrept	Basalto	21 e 24
Cirfaco	Brunizem avermelhado	Argiudoll	Basalto	26 e 27
Charrua	Solo lítólico eutrófico	Hapludoll	Basalto	26 e 27
Carlos Barbosa	Laterítico bruno avermelhado distrófico	Hapludult	Basalto	3 e 4

1, 2, 3, 4 — Dados do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil. Ministério da Agricultura 1973) e do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina (Levantamento... 1973).

Nas amostras de folhas, foram realizadas determinações de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e B. O N foi dosado através do método descrito por Tedesco (1978). Os nutrientes P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu foram extraídos por meio de digestão com ácido sulfúrico concentrado e água oxigenada a 30%, sendo o P quantificado de acordo com a metodologia descrita por Murphy & Riley (1962); o K em fotômetro de chama e os demais nutrientes, em espectrofotômetro de absorção atômica. O B foi extraído e determinado segundo Lott et al. (1961).

Os valores obtidos para macro e micronutrientes foram interpretados de acordo com a metodologia desenvolvida por Kenworthy (1961), que consiste na utilização de padrões nutricionais, teor do nutriente na amostra e coeficientes de variação. De posse destes dados, calculou-se o índice de balanço, através do qual foi feita a diagnose, de acordo com as seguintes faixas nutricionais:

Faixas Nutricionais	Índice de Balanço
Insuficiente	< 52
Abaixo do normal	52 a 84
Normal	84 a 116
Acima do normal	116 a 148
Excesso	> 148

Os coeficientes de variação, os padrões nutricionais, bem como a forma de calcular o índice de balanço, para cada nutriente, se encontram descritos em Nogueira & Magnani (1981).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas amostras de folhas dos pomares do RS e de SC, verificou-se que o nitrogênio se encontra tanto em situação normal, como acima do normal, em proporções mais ou menos iguais, apresentando teores sempre acima do padrão nutricional (Fig. 2). Esta situação pode ser, em grande parte, atribuída à adubação nitrogenada, anualmente feita nestes pomares. Os produtores no RS têm aplicado nos pomares em produção, quantidades de nitrogênio superiores às aplicadas em SC. Confrontando-se as informações obtidas junto aos produtores com as recomendações da Rede Oficial de Laboratório de Análises e Solos dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos do RS e SC 1981), observa-se que, enquanto no RS os produtores têm usado quantidades de fertilizantes nitrogenados superiores às recomendadas, os fruticultores de SC têm aplicado nitrogênio de acordo com a sugerida (100 g de N por planta). Isto determinou o aparecimento de teores mais elevados deste nutriente nas amostras dos pomares do RS.

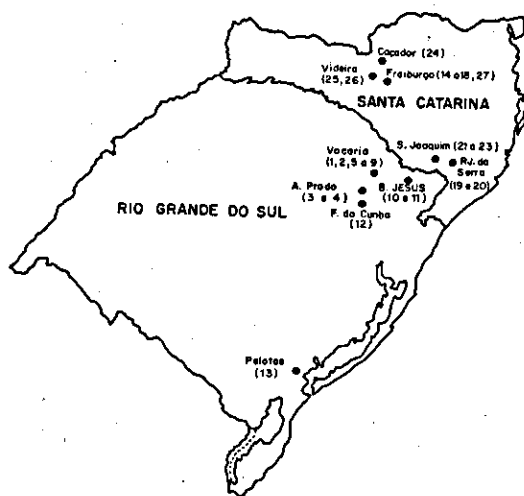


FIG. 1. Localização dos municípios e respectivos pomares amostrados (o número entre parênteses refere-se ao pomar indicado na Tabela 1).

A elevação do pH destes solos pela calagem, 73% dos quais com altos teores de matéria orgânica (Fig. 3), deve ter acelerado os processos microbiológicos no solo, responsáveis pela mineralização da mesma e, em conseqüência, liberado nitrogênio às plantas.

Os elevados teores de nitrogênio foliar encontrados em pomares destes dois Estados, pode contribuir para reduzir a qualidade dos frutos, principalmente, pela maior incidência de *russetting* (Kenworthy 1973), menor teor de sólidos solúveis nos frutos (Beattie 1948) e produção de frutos com menor firmeza, os quais, resistem por menor tempo ao armazenamento (Paulin et al. 1962). A utilização de doses de nitrogênio acima das necessidades das plantas contribui também para reduzir o resultado econômico desta exploração agrícola.

O teor de fósforo no tecido foliar se apresentou, em 93% dos casos, na faixa abaixo do normal (Fig. 2), embora, na maioria das amostras, os teores se situem na região limítrofe entre abaixo do normal e normal. A análise das amostras de solo dos pomares revelou que somente uma pequena parte (30%) destes pomares estão localizados em solos cujos teores de fósforo extraível se situam na faixa muito baixo (Fig. 3), de acordo com os crité-

rios utilizados pela Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos do RS e SC (1981). O fato de as adubações de manutenção anuais serem incorporadas muito superficialmente, não atingindo a região explorada pelas raízes, pode contribuir para a obtenção de baixos valores de fósforo nas folhas.

(Fig. 3). Nos pomares de macieira em produção, a Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos do RS e SC (1981) sugere a aplicação anual de 80 g de  $K_2O$  por planta, enquanto que os produtores destes dois Estados têm usado quantidades maiores.

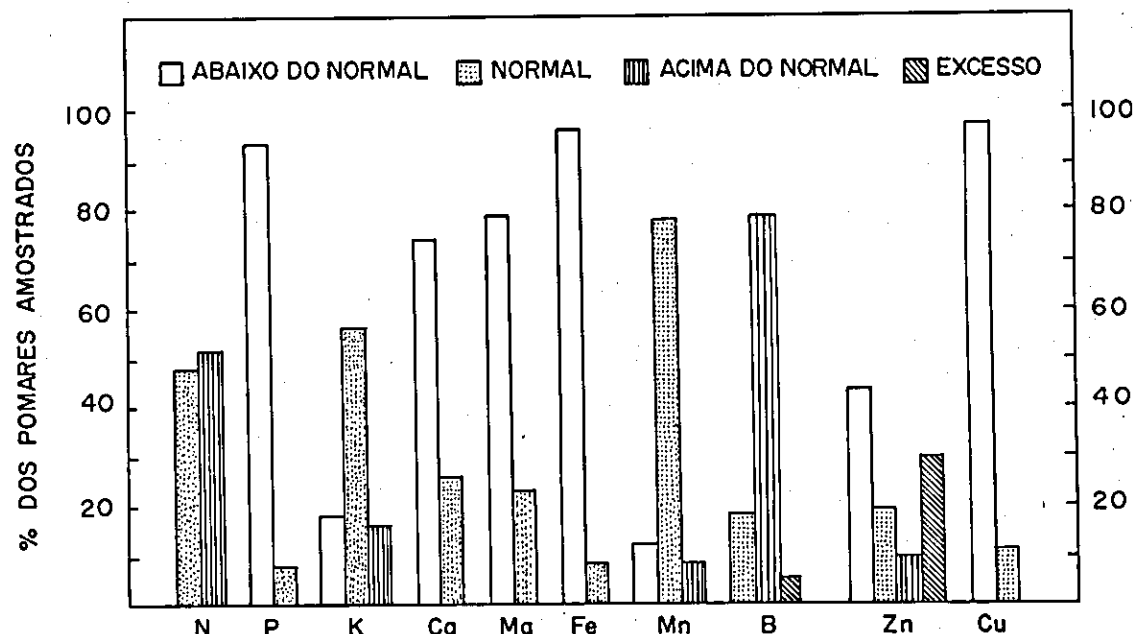


FIG. 2. Condições nutricionais dos pomares de macieira amostrados no RS e em SC e interpretadas de acordo com a metodologia de Kenworthy (1975).

O fato de não se obter uma relação significativa entre os teores de fósforo extraível no solo e fósforo na folha pode também estar relacionado à metodologia de análise. A dosagem do fósforo na folha nas plantas normais, para a obtenção dos padrões nutricionais, foi feita por espectrografia, que fornece teores mais elevados em relação a outros métodos de análise, considerados exatos (Watson 1981). Em decorrência disto este padrão pode ser muito maior que o real, acarretando em consequência uma interpretação incorreta. Ao se confirmar esta suspeita, torna-se necessário revisar o padrão nutricional para fósforo nas folhas.

Com relação ao potássio, verificou-se que aproximadamente 60% dos pomares se encontram em situação normal e 17%, acima do normal (Fig. 2). No solo, observou-se maior ocorrência de altos teores de potássio extraível em 80% das amostras

O uso de quantidades de potássio acima das recomendadas aliado ao alto teor no solo é, possivelmente, o responsável pelos elevados teores encontrados nas folhas. Do mesmo modo que em relação ao nitrogênio, observa-se que o teor foliar de potássio está diretamente relacionado com as doses de adubos potássicos utilizados. Comparando-se as informações sobre adubação, colhidas junto aos produtores, com a sugerida para estes pomares (Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos do RS e SC 1981) observa-se que, onde a adubação de manutenção é feita com base na tabela de adubação, o teor na folha está na faixa normal. Quando foram aplicadas doses superiores ou inferiores às recomendadas, o teor de potássio na folha foi maior ou menor, respectivamente. Considerando-se: a) a economia que o fruticultor pode fazer em usar a tabela de adubação; b) que, por meio de

adubação potássica, se consegue com relativa facilidade, elevar o teor foliar de potássio, e c) que teores elevados no solo podem ser capazes de competir com a absorção de outros cátions (Cain 1948), é recomendável que seja feito o controle da nutrição das plantas por meio da análise foliar, usando-se fertilizantes somente quando o nível encontrado na folha assim o justificar. Altos teores de potássio nas folhas pode também aumentar a acidez dos frutos (Fisher & Kwong 1961), bem como aumentar a incidência da doença fisiológica denominada *bitter pit* (Oberly & Kenworthy 1961).

dos de cálcio no tecido e no solo se correlacionaram positivamente ( $r = 0,575$ ), indicando que o teor no tecido pode ser aumentado por qualquer meio capaz de elevar sua concentração no solo. Assim, a determinação do teor de cálcio trocável poderia ser capaz de estimar o estado nutricional da macieira neste nutriente. No entanto, o baixo coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,331$ ) indica haverem outros fatores determinantes da concentração foliar de cálcio.

Os critérios de interpretação de dados de análises de solos foram desenvolvidos visando-se, prin-

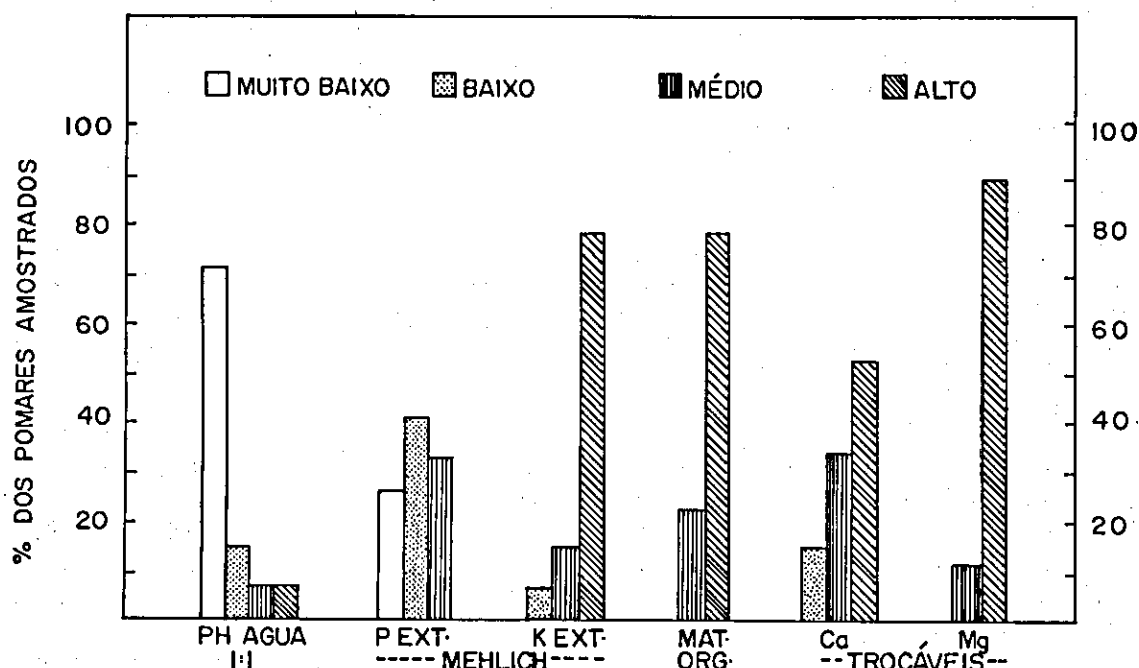


FIG. 3. Resultados da análise de solo, de amostras colhidas na camada arável de pomares do RS e de SC e interpretadas de acordo com os critérios utilizados pela Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos do RS e de SC (Rolas 1981).

Entre os nutrientes estudados, os teores de cálcio e magnésio no tecido foliar foram aqueles que se encontram em situação mais crítica, principalmente em amostras de pomares no RS, em comparação com os respectivos padrões nutricionais (Fig. 2). O cálcio trocável no solo, situou-se nos teores médios (33% dos pomares) e principalmente nos altos (52% dos pomares), enquanto que o magnésio trocável apresentou-se, na grande maioria, (89% dos pomares) com teor alto (Fig. 3). Os da-

principalmente, as culturas anuais. Em relação às espécies frutíferas, talvez mais exigentes em cálcio e magnésio, os critérios devam ser outros, ainda mais se forem consideradas as dificuldades existentes para o transporte destes nutrientes desde as raízes até os frutos nas plantas de macieira. Em decorrência disto, Martin et al. (1960) e Oberly & Kenworthy (1961) afirmam que a dosagem de cálcio na película externa dos frutos é melhor índice do que a análise das folhas. A ocorrência de baixos teores de cálcio e

magnésio é um problema tanto nos pomares brasileiros como nos de outros países. Deste modo, parece que a explicação está mais na planta que no solo, ainda mais sabendo-se que é prática mundial entre os fruticultores, a pulverização periódica das plantas com solução contendo estes nutrientes, com a finalidade de complementar suas necessidades.

Acréscimos no teor de potássio no solo, provocam um aumento na concentração deste nutriente na folha e redução nos teores de magnésio e cálcio. Os dados de potássio e magnésio nas folhas se correlacionaram negativamente ( $r = -0,552$ ) e entre potássio e cálcio foliares a correlação também foi negativa ( $r = -0,406$ ). Nesta cultura, o efeito antagônico do potássio sobre os outros cátions é tão pronunciado que Wallace (1940) sugere não usar fertilizantes potássicos, até existirem evidências da necessidade de potássio pelas plantas, ao mesmo tempo em que se empregue calcário dolomítico no solo, de modo a se elevar os teores de cálcio e magnésio no solo e nas plantas. Assim, os baixos teores destes nutrientes encontrados nos pomares amostrados, podem ser devidos tanto a sua baixa concentração no solo, como ao difícil transporte na planta ou ainda ao efeito antagônico do potássio.

O ferro se apresentou em situação abaixo do normal em 93% dos pomares (Fig. 2), apesar de os solos em que estes pomares estão instalados possuírem altos teores de óxidos de ferro. No entanto, Melfi et al. (1979), ao mapearem os compostos feríferos nos solos do Brasil, verificaram que a goethita é o mineral de ferro predominante nos horizontes superficiais dos solos abrangidos neste levantamento. Neste mineral, o ferro se encontra na forma de  $Fe^{+3}$ , enquanto que as plantas absorvem preferencialmente o  $Fe^{+2}$ . Gauch (1973), afirma que o ferro deve ser reduzido antes de ser absorvido pelas raízes das plantas. Esta redução pode ser feita tanto interna como externamente, pela exsudação de compostos redutores à solução do solo. Deste modo, os baixos valores de ferro encontrados nas amostras foliares, poderiam ser conseqüentes da baixa capacidade redutora das raízes.

O manganês foliar foi encontrado em situação normal em 78% dos pomares amostrados (Fig. 2). Os teores de manganês trocável destes solos, osci-

lando entre 16 e 380 ppm (Pöttker & Tedesco 1979), são bem superiores ao nível crítico de 5 ppm, estabelecido por Cox & Kamprath (1972). O baixo pH da camada arável destes solos (Fig. 3), contribuindo para sua maior solubilidade e o manganês originário de pulverização de produtos usados nos tratamentos fitossanitários, devem ser responsáveis pelos teores encontrados nas amostras de folhas.

Entre os nutrientes analisados, o zinco foi o que apresentou maior variação (Fig. 2), ocorrendo teores desde próximo a insuficiência até ao excesso. Os valores abaixo do normal, encontrados em mais de 40% das amostras foliares, podem estar relacionados ao tipo de solo em que estes pomares se situam. Os baixos valores de zinco nas folhas, ocorrem em pomares instalados em solo Vacaria, fase arenosa. Nos casos mais agudos, as plantas apresentavam-se com os ramos desfolhados, possuindo na parte terminal superior o sintoma típico de carência de zinco, denominado roseta. Nestas, as folhas se apresentam pouco desenvolvidas e cloróticas, com teor de zinco de 8 ppm, o qual expresso em termos de índice de balanço, dá um valor 48 (faixa de insuficiência). A macieira, tem-se mostrado muito suscetível à deficiência deste nutriente, sendo os sintomas agravados quando os teores de nitrogênio nas folhas são elevados (Lindner & Luce 1944). As concentrações nas faixas normal, acima do normal e excesso podem ser atribuídas à pulverização de produtos contendo este nutriente e absorvidos ou não pelas folhas. No caso de não terem sido absorvidos, os dados obtidos parecem indicar que a lavagem das folhas não foi eficiente em remover a contaminação de produtos aderidos às mesmas. Ao mesmo tempo, tem-se conhecimento de que alguns produtores usam fórmulas de adubos contendo este nutriente na adubação de manutenção.

O abandono dos produtos cúpricos, usados nos tratamentos fitossanitários da macieira, pode ter sido a causa da ocorrência de teores de cobre abaixo do normal em 93% dos pomares (Fig. 2), apesar de estes pomares terem sido adubados com 50 kg de sulfato de cobre por ha, por ocasião da sua instalação. Em anos anteriores, Freire et al. (1981) realizaram um levantamento na mesma área geográfica, e o cobre se apresentou 100% acima do normal. Na

ocasião, o mesmo era constituinte do calendário de tratamentos fitossanitários para esta cultura. Desta forma, parece que a capacidade de suprimento de cobre pelos solos onde os pomares estão instalados é baixa e, que boa parte do mesmo estava sendo fornecido às plantas pelos fungicidas.

Freire et al. (1981) verificaram que 60% dos pomares de macieira amostrados, apresentavam teores de boro nas folhas na faixa abaixo do normal. A divulgação dos dados obtidos nesse trabalho, deve ter conscientizado os fruticultores quanto a necessidade de elevar o teor de boro nas folhas, por meio da aplicação no solo ou nas folhas. Tanto com este, como com os demais micronutrientes, se consegue, com relativa facilidade, passar de faixa de insuficiência à faixa do excesso. Este fato pode ser o responsável pela profunda alteração havida em relação a este nutriente, quando se encontrou que 78% dos pomares estão na situação acima do normal e 9% em excesso (Fig. 2).

A análise foliar é apontada como o método mais indicado para avaliar o estado nutricional das plantas frutíferas decíduas. Por isto, é recomendável que qualquer adição de nutriente ao solo ou nas folhas, seja precedido de um estudo das condições nutricionais do mesmo. Só assim, estar-se-ia suprindo as plantas de acordo com suas reais necessidades.

### CONCLUSÕES

1. Os pomares de macieira do RS e de SC se encontram em condições de adequado suprimento de nitrogênio, potássio, manganês e boro.

2. A totalidade dos pomares amostrados, apresentando teores de nitrogênio acima dos padrões nutricionais, sugere que a adubação utilizada é superior às necessidades das plantas.

3. O alto suprimento de potássio às plantas parece interferir negativamente na absorção do cálcio e magnésio, cujos teores foram os mais críticos.

4. Uma considerável parte dos pomares apresentam problemas de nutrição de fósforo, cálcio, magnésio, ferro e cobre.

### AGRADECIMENTOS

Ao Eng.-Agr. Clori Basso, pesquisador da EMPASC, pela coleta e remessa de amostras de solo e folhas dos pomares de Santa Catarina.

### REFERÊNCIAS

- BEATTIE, J.M. Carbohydrates in apples shoots and twigs and their relation to nitrogen fertilization, yield, growth and fruit color. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 51:33-40, 1948.
- BOULD, C. Leaf analysis of deciduous fruits. In: CHILDERERS, N.F., ed. *Nutrition of fruit crops*. New Brunswick, Rutgers State University, 1966. p.651-84.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife, 1973. 431p. (Boletim técnico, 30)
- CAIN, J.C. Some interrelationships between calcium, magnesium and potassium in one-year-old McIntosh apple trees grown in sand culture. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 51:1-12, 1948.
- CATANI, R.A. & JACINTO, A.O. Avaliação da fertilidade do solo; métodos de análise. Piracicaba, Livroceres, 1974. 61p.
- CHAPMAN, H.D. Foliar sampling for determining the nutrient status of crops. *World Crops*, 16(3):36-46, 1964.
- COX, F.R. & KAMPRATH, E.J. Micronutrient soil tests. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L., ed. *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.289-317.
- FISHER, E.G. & KWONG, S.S. The effect of potassium fertilization on fruit quality of McIntosh apple. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 78:16-23, 1961.
- FLORES CANTILLANO, R.F. Situación del cultivo del manzano en alta densidad en Brasil. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE de Cascata, 1982. 20p.
- FREIRE, C.J. da S.; MORAES, E.C.; MAGNANI, M. Levantamento nutricional em pomares de macieira, cv. Golden Delicious, no município de Vacaria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., Recife, 1981. Anais. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. p.898-907.
- GARRARD, H.L. Why contradictory test results. *Better Crops Plant Food*, 50:18-9, 1966.
- GAUCH, H.G. Factors affecting absorption. In: \_\_\_\_\_, *Inorganic plant nutrition*. Stroudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross, 1973. p.102-42.
- KENWORTHY, A.L. Fruit, nut and plantation crops: deciduous and evergreen; a guide for collecting foliar samples for nutrient analysis. East Lansing, Michigan State University, 1964. 39p. (Report, 11)
- KENWORTHY, A.L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. s.l., American Institute of Biological Sciences, 1961. p.28-43. (Publication, 8)
- KENWORTHY, A.L. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D. *Soil testing and plant analysis*. Madison, Soil Science Society of America, 1973. p.381-92.

- LEVANTAMENTO de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina. Santa Maria, UFSM/SUDESUL, 1973. v.2, 494p.
- LINDNER, R.C. & LUCE, W.A. Zinc treatment for the control of rosette or little leaf fruit trees. *Proc. Wash. State Hortic. Soc.*, 40:154-60, 1944.
- LOTT, W.L.; MCLUNG, A.C.; VITA, R.; GALLO, J.R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. Matão, IBEC Research Institute, 1961. 72p. (Boletim, 26)
- MARTIN, D.; LEWIS, T.L.; CERNY, J. Bitter pit in the apple variety Cleopatra in Tasmania in relation to calcium and magnesium. *Aust. J. Agric. Res.*, 11:742-9, 1960.
- MELFI, A.J.; PEDRO, G.; VOLKOFF, B. Natureza e distribuição dos compostos ferríferos nos solos do Brasil. *R. bras. Ci. Solo*, 3(1):47-54, 1979.
- MIELNICZUK, J.; LUDWIG, A.; BOHNEN, H. Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 1971. 29p. (Boletim técnico, 2)
- MURPHY, J. & RILLEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27:31-6, 1962.
- NOGUEIRA, D.J.P. & MAGNANI, M. Simplificação do cálculo dos índices de balanço nutritivo para fruteiras de clima temperado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., Recife, 1981. Anais. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. p.1332-8.
- OBERLY, G.H. & KENWORTHY, A.L. Effect of mineral nutrition on the occurrence of bitter pit in Northern Spy apples. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 77:29-34, 1961.
- PAULIN, A.; QUIDET, P.; RICHARD, H. Effect of manuring on the quality and storage behavior of the apple variety Starking Delicious. *Arboric. Fruit.*, 9(106): 12-5, 1962.
- POTTKER, D. & TEDESCO, M.J. Efeito do tipo e tempo de incubação sobre a mineralização da matéria orgânica e nitrogênio total em solos do Rio Grande do Sul. *R. bras. Ci. Solo.*, 3(1):20-4, 1979.
- REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISES DE SOLOS DO RS E SC. Manual de adubação e calagem para cultivos agrícolas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Trigo e Soja, 56:3-34, 1981.
- SISTEMAS de produção para maçã; revisão. Florianópolis, ACARESC/EMPASC, 1979. 74p. (Sistemas de produção, 150)
- TEDESCO, M.J. Métodos de análises de nitrogênio total, amônia, nitrito e nitrato em solos e tecido vegetal. Porto Alegre, UFRGS, 1978. 19p.
- WALLACE, T. Chemical investigations relating to magnesium deficiency of fruit trees. *J. Pomol. Hortic. Sci.*, 18:145-60, 1940.
- WATSON, M.E. Interlaboratory comparison in the determination of nutrient concentrations of plant tissue. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 12(6):601-17, 1981.