

Trani, Paulo Espindola
Nutrição mineral e adubação da macieira
(Pyrus malus L.) Campinas Fundação
Cargill, 1982.
iv, 43p. ilustr. 30cm.

CDD - 634.11

NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO DA MACIEIRA (Pyrus malus L.)

1 - IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A maçã é a principal fruta de clima temperado importada pelo Brasil. Em 1976 essa importação atingiu o valor de 101 milhões de dólares, cifra essa que representava naquele ano, cerca de 60% do valor (169 milhões de dólares) das exportações brasileiras de frutas de clima tropical (laranja, banana, castanhas e caju, principalmente) (HENTSCKE, 1978). Os principais produtores de maçã são os Estados Unidos da América que consomem praticamente toda a produção, vindo a seguir a França, primeiro exportador mundial. A Argentina, em 1975, foi o 4º exportador, tendo como seu grande consumidor, o Brasil. O consumo interno está localizado quase totalmente nas regiões sulêste e sul do país, conforme demonstra o quadro a seguir.

QUADRO 1. - Comercialização de maçãs "in natura" no Brasil, em 1976

Centrais de abastecimento	% de maçãs consumidas
Rio de Janeiro	25,0
Rio Grande do Sul	11,1
CEAGESP, São Paulo	37,3
CEAGESP, Campinas	7,9
Minas Gerais	6,6
Outros mercados	12,1

Fonte: VILELA, 1978

As áreas cultivadas e produções obtidas nos Estados brasileiros encontram-se no quadro 2.

QUADRO 2. - Áreas cultivadas (1978) e produções de maçã obtidas na safra 1978/79.

Estado	Área cultivada (ha)	Produção obtida (t)
Santa Catarina	7.154	18.000
Rio Grande do Sul	3.300	4.500
São Paulo	2.500	7.000
Paraná	2.086	1.000
Minas Gerais	302	240

Fonte: EMATER/ACARESC - Coordenação de Horticultura (1980)

A aparente pequena produtividade justifica-se em parte pela existência de considerável número de pomares recém plantados e em formação.

2 - NUTRIÇÃO MINERAL

A nutrição mineral de plantas fornece informações básicas que permitem desenvolver experimentos racionais de calagem e de adubação. Entre essas informações, destacam-se as quantidades de nutrientes extraídos pela planta para seu desenvolvimento e as quantidades de nutrientes exportados pela colheita. Além disso, o conhecimento dos teores de nutrientes adequados nas folhas (ou outros órgãos das plantas) possibilita a utilização da análise foliar como uma importante técnica para diagnose do estado nutricional de determinada cultura. No caso da macieira são extensas as informações encontradas na literatura estrangeira sobre nutrição mineral existindo porém poucos trabalhos brasileiros sobre esse assunto.

2.1 - Concentração de nutrientes nos frutos

Existem diversas informações sobre concentração de nutrientes nos frutos, fornecidas como porcentagem ou partes por milhão (ppm) do nutriente em relação à matéria seca do fruto.

Nos quadros 3 e 4 temos as concentrações de macronutrientes e micronutrientes, respectivamente.

QUADRO 3. - Concentração de macronutrientes em frutos de macieira, por ocasião da colheita (% da matéria seca).

Autores	N	P	K	Ca	Mg	S	Observações
BATJER et alii (1952) ^{1/}	0,27	0,09	0,84	0,06	0,03	-	-
BUTIJN (1961) ^{1/}	0,6	0,09	1,25	0,24	0,15	-	-
GUYON (1948) ^{1/}	0,7	0,15	1,25	-	-	-	-
MAGNESS et alii (1938) ^{1/}	0,55	-	-	-	-	-	-
RANDOIN (s.d.) ^{1/}	-	0,10	1,21	-	-	-	-
MARCELLE (1976)	0,40	0,05	0,73	0,04	0,02	-	-
HIROCE et alii (1949)	0,44	0,08	0,80	0,06	0,03	0,054	'Brasil'
	0,71	0,08	1,09	0,05	0,03	0,065	'Culinária'
	0,41	0,08	0,81	0,06	0,04	0,040	'Ohio Beauty'
TRANI (1980)	0,64	0,07	0,89	0,05	0,03	0,06	'Brasil'
	0,65	0,08	0,94	0,05	0,03	0,04	'Ohio Beauty'

^{1/} Autores citados por Trocmé e Gras (1966)

QUADRO 4. - Concentração de micronutrientes em frutos da macieira, por ocasião da colheita (ppm da matéria seca).

Autores	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Cultivares
HIROCE	7	38	7,7	64	4	0,01	1,1	Brasil
et alii	13	54	4,7	48	6	0,01	0,7	Culinária
(1979)	3	48	5,2	53	5	0,01	1,7	Ohio Beauty
TRANI	23	-	7,3	56	6	-	5,3	Brasil
(1980)	16	-	5,7	52	4	-	3,3	Ohio Beauty

A maior discrepância nas concentrações dos macronutrientes citados pelos autores, refere-se ao nitrogênio (que variou desde 0,27 a 0,71%). Além de outros fatores, os diferentes estágios de maturação das maçãs colhidas influenciam na maior ou menor concentração de nutrientes (MARCELLE, 1976).

Sabendo-se que a quantidade de água na maçã, por ocasião da colheita, corresponde aproximadamente a 85% de seu peso total (MARCELLE, 1976; HIROCE et alii, 1979 e TRANI, 1980) é possível o cálculo das quantidades de nutrientes exportadas pelos frutos.

Tomando-se como exemplo o fósforo, a concentração desse nutriente no fruto é de 0,08% em média, (quadro 3) em relação à matéria seca.

A extração de fósforo em gramas de P por tonelada de frutos é:

100g de maçã - 85 g de água - 15g de matéria seca

0,08g P - 100g matéria seca

X - 15g matéria seca

$$X = \frac{15 \times 0,08}{100} = 0,012g \text{ P contidos em } 100g \text{ de maçã}$$

0,012g P - 100g de maçã
 Y - 1.000.000g de maçã

Y = 120g de P extraídos por 1 tonelada de frutos frescos de maçã.

No caso de micronutrientes a concentração de manganês (quadro 4) é aproximadamente 5ppm em relação à matéria seca. A extração de manganês em gramas de Mn por tonelada de frutos é:

100g de maçã - 85g de água
 5g Mn - 1.000.000g de matéria seca
 X - 15g de matéria seca

$$X = \frac{5 \times 15}{1.000.000} = 0,000075g \text{ Mn}$$

0,000075g Mn - 100g de maçã
 Y - 1.000.000g (t) de maçã

Y = 0,75g de Mn extraídos por 1 tonelada de frutos frescos de maçã

2.2. - Extração de nutrientes pela planta

Extração de nutrientes pela planta em formação

A seguir são indicadas as extrações de macronutrientes por macieiras jovens segundo alguns autores. As diferenças observadas são devidas a fatores como: cultivar e porta enxerto, fertilidade do solo e condução da cultura, entre outros.

QUADRO 5. - Extração de macronutrientes (g/planta) por macieiras em formação (plantas inteiras).

Autor	Idade da planta (anos)	N	P*	K*	Ca	Mg	S	Observações
GERICKE (1954) 1/ Citado por BURKE (1969) 1/	1	6,0	1,3	2,9	5,0	-	-	-
	2	12,0	1,7	10,0	12,1	-	-	-
	3	34,0	5,2	26,7	37,1	-	-	-
	4	36,0	7,0	43,4	53,6	-	-	-
CHANDLER JÚNIOR (1936)	2	7,7	-	6,6	-	-	-	Com adub.potássica
	2	6,7	-	4,3	-	-	-	Sem adub.potássica
TRANI (1980)	1-2	7,2	0,8	4,7	4,4	1,0	0,5	Macieiras 'Ohio Beauty' enxertadas sobre 'Doucin' (plantas inteiras, exceto raízes).
	3-4	31,8	4,0	27,9	19,4	4,0	2,5	
	4-5	49,4	5,3	41,6	26,0	6,3	3,0	
TRANI (1980)	1-2	8,3	0,8	4,6	5,1	1,1	0,4	Macieiras 'Brasil' enxertadas sobre 'Doucin' (plantas inteiras, exceto raízes).
	3-4	43,6	4,5	29,5	21,4	5,7	2,5	
	4-5	58,2	6,5	40,3	31,4	7,1	3,5	

* P x 2,3 = P₂₀₅ ; K x 1,2 = K₂₀

1/ Não foram citados os cultivares estudados

QUADRO 6. - Extração de micronutrientes (mg/planta) por macieiras em formação (plantas inteiras, exceto raízes)

Autor	Idade da planta (anos)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Observações
TRANI (1980)	1-2	22	8	60	14	9	Macieiras 'Ohio Beauty'
	3-4	96	61	280	45	41	enxertadas sobre
	4-5	171	81	429	65	75	'Doucin'
TRANI (1980)	1-2	22	8	61	19	8	Macieiras 'Brasil'
	3-4	133	76	325	71	61	enxertadas sobre
	4-5	176	121	442	81	72	'Doucin'

Segundo OJIMA (1981)* macieiras em formação (1 a 8 anos), referem-se às plantas que ainda não atingiram seu pleno desenvolvimento vegetativo, embora já produzam comercialmente desde 3-4 anos. Os tratamentos culturais como desbaste de frutos e adubação afetam, sobremaneira, o desenvolvimento da planta.

Extração de nutrientes por plantas adultas

CHANDLER (1936) citado por JACOB e WEXKÜLL (1973) apresenta as seguintes quantidades de macronutrientes extraídas por hectare/ano, pela macieira adulta: N = 72kg, P_2O_5 = 23kg (P = 10kg), K_2O = 95kg (K = 78,5kg) e CaO = 100kg (Ca = 71,5kg). Esses autores não esclarecem a produtividade do pomar, que tem influência nas quantidades de nutrientes retirados do solo, pela planta.

Um estudo bastante detalhado foi levado a efeito por BATJER et alii (1952) utilizando plantas do cultivar Delicious, com 28 a 30 anos de idade, produzindo 44,8 toneladas de frutos/ha. A quantidade anual removida por hectare pela planta inteira foi: N = 110,5kg; P = 17,8kg; K = 141,7kg; Ca = 167,7kg e Mg = 25,4kg. Esses valores incluem raízes e ramos podados. O quadro a seguir mostra a extração desses nutrientes por frutos e ramos podados,

* Comunicação verbal

segundo BATJER et alii (1952).

QUADRO 7. - Extração de nutrientes em kg/ha/ano por macieiras 'Delicious' (28 a 30 anos), em Washington (EUA).

	N	P	K	Ca	Mg
Fruto	20,8	6,3	56,6	4,4	2,2
Ramos podados	11,8	2,2	3,6	28,4	1,7

Produção = 44,8t/ha

GREENHAM (1978) relata a extração de nutrientes por frutos e ramos podados do cultivar Cox's Orange Pippin com 9-12 anos e 16-21 anos sob diferentes porta enxertos conforme os quadros 8 e 9 a seguir.

QUADRO 8. - Extração de nutrientes em kg/ha pelo cultivar Cox's Orange Pippin (9-12anos) (porta enxerto M7), na Inglaterra.

	N	P	K	Ca	Mg
Fruto	18	2	40	2	2
Ramos podados	11	2	8	11	2

Produção = 28,8t/ha

QUADRO 9. - Extração de nutrientes em kg/ha pelo cultivar Cox's Orange Pippin (16-21anos)(porta enxerto M2), na Inglaterra.

	N	P	K	Ca	Mg
Fruto	16,5	3,2	33,7	1,2	1,3
Ramos podados	9,5	1,6	7,3	10,7	1,4

Produção = 23,3t/ha

Interessante observar as pequenas quantidades de cálcio extraídas pelos frutos em comparação aos ramos podados, o que de mon stra h aver d ificu l da d e s no t r a n s p o r t e d e s s e n u t r i e n t e p a r a o f r u t o.

TRANI (1980) apresenta (quadros 10 e 11) a extração de nu t r i e n t e s por diferentes partes de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6-7 anos de idade, ambas enxertadas sobre Doucin, em p o m a r instalado em solo Latossolo Vermelho Escuro orto, em Buri (SP). As macieiras (606 plantas/ha) estudadas produzem aproximadamente 12 toneladas de frutos/ha. A exportação de nutrientes pelo m a t e r i a l pod ado, conforme mostram os quadros a seguir, não u l t r a p a s a 7% em relação ao total extraído pela planta. No entanto o m a t e r i a l pod ado de macieiras mais jovens (1-2 e 3-4 anos) contém s i g n i f i c a t i v a quantidade de nutrientes em relação às demais partes da planta. Isso se justifica pelo fato da poda de formação ser mais drástica, retirando proporcionalmente mais ramos da m a c i e i r a. O enterrio desse material nas entrelinhas para reposição g r a d u a l de nutrientes ao solo seria aconselhável, porém há n e c e s s i d a d e p e s q u i s a s i n t i d o d e s e v e r i f i c a r a o c o r r ê n c i a d e p r o b l e m a s d e o r d e m fitossanitária.

O conhecimento da extração de nutrientes é fundamental em um cálculo de adubação para repor ao solo os nutrientes e x p o r t a d o s pela colheita de frutos e material podado.

É importante também estimar as quantidades aproximadas de nutrientes que são fixadas (principalmente o fósforo) pela a r g i l a, ou lixiviados pela água da chuva (principalmente o n i t r o g ê n i o). Entre os fatores que afetam a disponibilidade de nutrientes para a planta estão a textura (granulometria) do solo, maneira de aplicação e característica do fertilizante. HASS (1957) citado por SCHULTE-KELLINGHAUS (1960) considera que 2/3 do fertilizante nitrogenado, 1/6 a 1/4 do fosfatado e 1/2 do potássio aplicados ao solo são utilizados pela macieira no mesmo ano de aplicação. Esses dados são praticamente confirmados por GERICKE (1954) c i t a d o p o r SCHULTE-KELLINGHAUS (1960) estimado que 60% do nitrogênio, 30% do fósforo e 50% do potássio aplicados ao solo são extraídos pela macieira no mesmo ano.

QUADRO 10. - Extração de nutrientes (g/ha)^{a/} por órgãos aéreos de macieiras 'Ohio Beauty' com 6-7 anos, e distribuição percentual de nutrientes extraídos pelos frutos e material podado, em relação ao total.

Nutrientes	Folhas	"Tronco + galhos"	Frutos	Material podado	Total	Frutos (% do total)	Material podado (% do total)
Nitrogênio	4500	19720	12360	1790	38370	32	5
Fósforo	510	2260	1700	140	4610	37	3
Potássio	2250	10980	18130	1180	32540	56	4
Cálcio	1490	16900	850	1190	20430	4	6
Magnésio	420	3430	550	230	4630	12	5
Enxofre	270	650	830	100	1850	45	5
Boro	11	78	29	5	123	24	5
Cobre	4	48	10	2	63	16	3
Ferro	40	219	113	14	386	29	4
Manganês	8	36	7	4	55	13	7
Zinco	5	49	8	2	64	13	3

^{a/} Calculado em função de 606 plantas, produzindo 12t de frutos/ha.

QUADRO 11. - Extração de nutrientes (g/ha)^{a/} por órgãos aéreos de macieiras 'Brasil' com 6-7 anos e distribuição percentual de nutrientes extraídos pelos frutos e material podado em relação ao total.

Nutrientes	Folhas	"Tronco + galhos"	Frutos	Material podado	Total	Frutos (% do total)	Material podado (% do total)
Nitrogênio	6250	33290	12370	2020	53930	23	4
Fósforo	440	3270	1250	160	5120	24	3
Potássio	2900	11110	17240	1280	32530	53	4
Cálcio	1870	24190	830	1420	28310	3	5
Magnésio	690	5110	540	370	6710	8	6
Enxofre	370	1850	1090	70	3380	32	2
Boro	12	84	41	5	142	29	4
Cobre	4	64	14	2	84	17	2
Ferro	45	250	101	15	411	25	4
Manganês	12	56	10	6	84	12	7
Zinco	5	60	10	2	77	13	3

^{a/} Calculado em função de 606 plantas, produzindo 12t de frutos/ha.

Além destes, outros fatores citados a seguir influem na extração de nutrientes pela macieira.

2.3 - Influência do espaçamento na extração de nutrientes

Nestes últimos anos, estão sendo instalados pomares com macieiras com espaçamento mais "fechado", GREENHAM (1978) relata que estudos recentes não indicam uma extração muito maior de nutrientes por esses pomares em relação aos de maior espaçamento. O acréscimo na extração de nutrientes ocorre devido à produção mais precoce dos pomares em espaçamento menor. GREENHAM (1978) cita experimento de ATKINSON (1977) mostrando que apenas plantas distanciadas em 30cm (o que é impraticável comercialmente) extraíram quantidades bastante maiores de nutrientes em relação àquelas com os espaçamentos mais comuns. Os resultados obtidos por SCHNEIDER et alii (1978) concordam apenas parcialmente, pois não houve efeito de espaçamento nos teores foliares de N, Fe, Zn e Cu, porém folhas de plantas com maior espaçamento possuíam maiores teores de P e K, sugerindo-se maior competição por esses nutrientes pelas plantas com espaçamento menor. Entretanto Ca, Mg e Mn estavam em maiores concentrações nas folhas de árvores com espaçamento menor (os espaçamentos estudados foram de 4,9m entre linhas e 1,8; 3,0 e 4,3m entre plantas, na linha). Há necessidade de estudos mais detalhados para se obter conclusões mais definitivas a respeito.

2.4 - Influência do porta-enxerto

SCHNEIDER et alii (1978) verificaram através dos diferentes teores nas folhas da macieira e variação no tamanho da planta e dos frutos haver influência de diferentes porta-enxertos dos cultivares Goldspur e Redspur na extração de nutrientes. Sabe-se que, praticamente, todas as frutíferas que possuem o sistema copa-porta-enxerto extraem diferentes quantidades de nutrientes de acordo com o porta-enxerto utilizado.

2.5 - Influência de ervas daninhas e cobertura vegetal

WHITE e HOLLOWAY (1967) citados por GREENHAM (1978) observaram que uma infestação moderada por ervas daninhas afeta bastante o desenvolvimento de macieiras recém plantadas. GREENHAM (1978) citando GOODE e HYRYCZ (1976) observa que a competição por água e nitrogênio é o principal efeito da competição de ervas daninhas sobre macieiras jovens. O trabalho foi desenvolvido por GREENHAM (1978) na Estação de "East Malling" na Inglaterra em um pomar instalado em 1930/31 em que metade das plantas recebeu doses crescentes de N. A partir de 1953 na metade do pomar semeou-se nas entrelinhas gramíneas e leguminosas rasteiras (grama perene e trevo branco selvagem). Efetuou-se dois tratamentos: aplicação de N e ausência de adubação nitrogenada nos pomares com e sem vegetação. Os resultados (quadro 12) mostraram uma queda no teor de N nas folhas das macieiras com presença de cobertura vegetal, mesmo nos locais adubados (havendo inclusive queda na produção). Mantendo a adubação nitrogenada nos locais com cobertura vegetal o teor de N nas folhas após alguns anos igualou-se àquele das folhas das culturas mantidas no limpo.

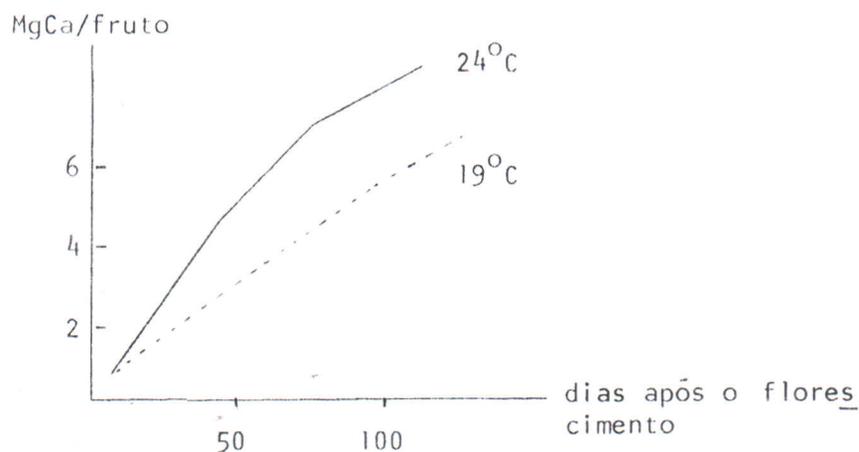
QUADRO 12. - Teor de N (%) nas folhas do cultivar Cox's Orange Pippin sobre porta-enxerto M.12 (plantio em 1930/31)

	Pomar no limpo		Pomar com vegetação a partir de 1953	
	-N	+N	-N	+N
Outubro 1954	2,62	2,77	2,08	2,26
Setembro 1961	2,63	2,74	2,42	2,70
Agosto 1962	2,81	2,92	2,59	2,94

2.6 - Influência da temperatura ambiente

TROMP (1975) citado por TRZCINSKI (1978) demonstrou claramente a influência da temperatura ambiente nos teores de N, P, K e particularmente no teor de Ca em frutos de macieira, conforme pode ser observado na fig. 1, a seguir.

Figura 1. - Extração de cálcio por frutos de cultivar Cox's Orange Pippin sob efeito de diferentes temperaturas.



Outros fatores influenciam na extração de nutrientes pela macieira tais como umidade e fertilidade do solo, tratamentos culturais, pragas e moléstias. Tais influências são similares aquelas sofridas por outras culturas.

2.7 - Sintomas de deficiências nutricionais

Deficiência de nitrogênio

BLAKE et alii (1936) nos Estados Unidos da América, descreveram sintomas de deficiência de nitrogênio em macieiras 'Blaxtayan' com 1 ano de idade, cultivadas em areia, recebendo solução nutritiva; inicialmente os limbos tornaram-se verde amarelados, ocorrendo avermelhamento das nervuras das folhas inferiores. Posteriormente, as folhas superiores exibiram tais sintomas e to

das as folhas assumiram posição ereta, com os pecíolos formando ângulo agudo com o caule. Não apareceram manchas ou outras anomalias na folhagem. Os ramos eram pequenos e de diâmetro reduzido.

BURKE (1969) no Brasil, mencionou que a deficiência de nitrogênio é a mais comum em pomares comerciais.

USHIROZAWA (1978) no Brasil, relatou que quando há carência de nitrogênio as folhas ficam pequenas perdendo coloração verde e antecipam a queda. O crescimento dos ramos torna-se lento e as cascas ficam vermelho escuras. Ocorre ainda a formação de frutos pequenos, que tendem a cair, e redução na produção.

Na fig. 2 são mostrados os sintomas iniciais de deficiência de N e na fig. 3 os sintomas acentuados dessa mesma deficiência no cultivar Ohio Beauty (TRANI, 1980)

Deficiência de fósforo

BLAKE et alii (1936) indicam que plantas deficientes em fósforo mostram as folhas superiores com coloração verde escura e as nervuras e pecíolos arroxeados. Após 4 meses o crescimento dos ramos tornou-se lento, as folhas novas eram pequenas e delgadas.

BURKE (1969) confirmou essa descrição dos sintomas nas folhas relatando ocorrer ainda redução na formação de botões florais.

GREENHAM (1978) citando FIDLER et alii (1973) e PERKING (1975) relataram que frutos com teores deficientes em fósforo desenvolvem mais rachaduras durante o processo de armazenamento.

Deficiência de potássio

BLAKE et alii (1936) observaram não ocorrer efeito significativo por várias semanas, no crescimento de macieiras cultiva

das com deficiência de potássio. Quando a deficiência tornou-se mais severa houve menor crescimento dos ramos, em diâmetro. As folhas exibiam crestamento nas margens. Folhas recém brotadas eram menores e delgadas, mas exibiam coloração verde normal.

BURKE (1969) notou que na deficiência de potássio as primeiras folhas a serem afetadas foram aquelas situadas anteriormente à metade dos ramos.

GREENHAM (1978) observou que em caso de deficiência severa de potássio pode ocorrer desenvolvimento de flores anormais, frutos pequenos e demora na maturação.

Nas fig. 4 e 5 são mostrados os sintomas característicos de necrose do bordo das folhas no cultivar Ohio Beauty (TRANI, 1980) determinados pela deficiência de potássio.

Deficiência de cálcio

BLAKE et alii (1936) relataram que a deficiência de cálcio resultou em significativa redução no crescimento e morte das extremidades de ramos e raízes. Observaram ainda o aparecimento de mancha e descolorações nas folhas em época bem posterior aos sintomas verificados em ramos e raízes.

Segundo BURKE (1969), em plantas novas deficientes em cálcio, as folhas poderão ser de tamanho um pouco reduzido, sendo pouco evidentes os sintomas na parte aérea. Relatou o aparecimento de descoloração e áreas necróticas em folhas novas, após o ramo novo crescer 30cm. As folhas podem curvar-se para baixo. Aos sintomas verificados nas folhas apicais, segue-se logo o aparecimento de áreas necrosadas em folhas quase maduras, mas ainda em crescimento.

Diversos autores associaram a deficiência de cálcio à ocorrência de "bitter pit" (manchas escuras e deprimidas no fru

to) em macieira.

CHIU e BOULD (1977) nos Estados Unidos da América, verificaram que os sintomas de "bitter pit" tornaram-se agudos quando combinou-se deficiência de cálcio à deficiência de magnésio induzida por excesso de potássio. Esses autores consideram o teor de 450 ppm de cálcio na matéria seca da casca do fruto como nível crítico para ocorrência de "bitter pit".

LUDDERS (1979) na Alemanha, relatou a intensidade da ocorrência de "bitter pit" relacionada às formas amoniacal e nítrica de adubação nitrogenada. Esse autor verificou menor índice (8%) dessa anomalia nos frutos, quando as macieiras receberam nitrogênio amoniacal na primavera e nitrogênio nítrico no verão e outono.

Deficiência de magnésio

BLAKE et alii (1936) observaram que as folhas carentes em magnésio caíram prematuramente; os ramos apresentavam diâmetro inferior e aspecto herbáceo.

CHILDERS (1966) citou ocorrer diversos graus de severidade de sintomas entre plantas, algumas mostrando evidente carência de magnésio ao lado de outras aparentemente normais. O grau de severidade de sintomas variava também de ano para ano no mesmo pomar.

USHIROZAWA (1978) descreveu que sintomas de deficiência de magnésio aparecem primeiramente nas folhas mais velhas nas bases dos ramos do ano, em crescimento, As folhas tornam-se cloróticas, com posterior necrose e queda.

GREENHAM (1978) relatou que é frequentemente induzida a deficiência de magnésio em macieira por pesadas adubações potássicas. Observou também que o porta enxerto tem significativa influência na maior ou menor sensibilidade de macieiras a deficiên

cia de magnésio e de potássio.

Nas fig. 6 e 7 são mostrados os sintomas de deficiência de Mg, caracterizados pela clorose internerval (TRANI, 1980).

Deficiência de enxofre

BURKE (1969) citou serem raríssimos os casos conhecidos de deficiência de enxofre.

BENSON et alii (1963) nos Estados Unidos da América, relataram sintomas de deficiência no campo, em macieiras com 3 anos de idade. As plantas em geral apresentavam folhas com coloração verde claro e leve clorose internerval. Experimento realizado em vasos confirmou os sintomas de deficiência verificados no campo.

Deficiência de boro

Segundo BURKE (1969), três tipos de sintomas de carência de boro aparecem nas partes vegetativas da macieira. O primeiro deles denominado "morte incipiente dos ponteiros" aparece nos ramos do ano, no fim do verão. As folhas desses ramos ficam amareladas com nervuras avermelhadas, apresentando-se distorcidas. A seguir surgem áreas necróticas entre o floema e o câmbio, próximo às pontas dos ramos. O segundo tipo de sintoma é denominado "morte dos ponteiros" quando as gemas não brotam ou o fazem produzindo ramos fracos que acabam morrendo. O terceiro tipo de sintoma se manifesta pela produção de folhas pequenas, ásperas ao tato e quebradiças. Essas folhas nascem de nós separados por internódios anormalmente curtos. Os frutos deficientes em boro podem mostrar, na polpa, áreas arredondadas, como que encharcadas de água. Estas áreas tomam coloração marrom secando posteriormente, ficando com a aparência e consistência de cortiça, razão do sintoma ser denominado de "cortiça interna". Os sintomas de "cortiça externa" se constituem de áreas encharcadas e mortas na superfície de frutos novos. Esses sintomas de deficiência de boro no interior e exterior de frutos



FIGURA 2. Tratamento - N (sintomas iniciais) x tratamento completo. À esquerda, nas folhas, nota-se o sintoma inicial da carência de nitrogênio caracterizada por um leve amarelamento quando comparado com o das folhas normais (à direita).



FIGURA 3. Tratamento - N (sintomas acentuados). Planta com sintomas acentuados de deficiência de nitrogênio.



FIGURA 4. Tratamento - K Mostrando a necrose nos bordos das folhas.



FIGURA 5. Tratamento - K Ramo com folhas mostrando deficiência de potássio.



FIGURA 6. Tratamento - Mg (sintomas iniciais).
Note-se a clorose internerval nas folhas mais velhas.



FIGURA 7. Tratamento - Mg (sintomas acentuados).
Além da clorose internerval a deficiência de Mg
provoca necrose nas folhas.

podem aparecer a partir de duas semanas após o florescimento, causando ou não queda de frutos.

USHIROZAWA (1978) relatou comportamento diferente de cultivares em relação à sensibilidade e sintomatologia de carência de boro, não citando porém os cultivares.

Deficiência de zinco

Deficiência de zinco em macieira tem como principal sintoma folhas pequenas, internódios curtos nas extremidades dos ramos com a forma característica de "roseta" (BELGER et alii, s.d.). A formação de gemas florais é grandemente reduzida e os frutos são pequenos e defeituosos (BURKE, 1969). CHILDERS (1966) cita que alguns casos de deficiência de zinco são difíceis de diagnosticar pois nem sempre aparece a "roseta" característica. Sintomas de clorose nas folhas podem ser causados por deficiência de Fe ou Mn.

Outros nutrientes

Segundo BURKE (1969) casos de deficiência, em nossas condições, de S, Fe, Mn, Mo, Cu e Cl são bastante raros embora tais elementos sejam essenciais ao metabolismo da macieira.

CHILDERS (1966) fez breves descrições com relação aos nutrientes S, Fe, Mn, Mo e Cu dando maior destaque a Fe e Mn. Ele considera a deficiência de Mn em macieira ser menos comum em relação a Fe e Zn. BELGER et alii (s.d.) porém consideram a macieira muito sensível à deficiência de manganês colocando essa cultura ao lado de citros, cerejeira, beterraba e aveia quanto à sensibilidade para a deficiência de manganês. São citados na literatura também alguns dados sobre toxicidade por manganês, principalmente associado à acidez do solo, FISHER et alii (1977) verificaram, em um pomar com o cultivar Delicious, necrose nos tecidos do interior da casca, associada a solo com pH inferior a 5,6 e

teor de Mn na folha acima de 120 ppm. FENNER (1978) observa que na relação Fe:Mn igual a 1:2 na folha, ocorre baixa extração de Fe pela planta.

3 - MÉTODOS UTILIZADOS PARA DIAGNOSE DE DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL

3.1 - Diagnose visual no campo

Diversos autores destacam que quando é possível a diagnose visual de qualquer deficiência nutricional na macieira é sinal que a produção está sendo seriamente afetada há bastante tempo. Portanto, esse método é bastante falho para essa cultura.

3.2 - Análise química do solo e análise foliar

Há vários anos a análise química do solo, onde será ou está instalado o pomar, vem ganhando importância de modo a representar ao lado da análise química foliar - um importante instrumento para que se possa fazer uma racional recomendação de adubação. WALLER (1976) citado por GREENHAM (1978) recomenda coleta de amostras de terra a duas profundidades: 0-15 e 15-30cm. Referido autor considera fundamental a análise de P, K e Mg no solo. A recomendação de N baseia-se, ainda segundo esse autor, na análise foliar, vigor da árvore, qualidade do fruto e precipitação pluvial, entre outros fatores. Por causa da variação na composição da folha de ano para ano, SWAIN (1976) citado por GREENHAM (1978) recomenda realizar análise foliar por vários anos em sequência, por exemplo, nos três primeiros anos de produção, para se ter um quadro do nível nutricional do pomar. Depois, as amostras para análise foliar podem ser colhidas a cada 2 ou 3 anos. SMITH e TAYLOR (1952) verificaram a seguinte variação sazonal na composição mineral de folha do cultivar Stayman, colhida em 1949 e 1950 (Pennsylvania, EUA):

QUADRO 13. - Variação nos teores de nutrientes nas folhas de ma-
cieira STAYMAN; em 1949 e 1950.

Elemento	1949	1950
N (%)	2,39	2,61
P (%)	0,15	0,16
K (%)	1,14	1,21
Ca (%)	1,29	1,32
Mg (%)	0,29	0,24
S (%)	0,45	0,44
B (ppm)	39	43
Mn (ppm)	61	69
Cu (ppm)	11,5	11,7

Obs.: (Coleta em nove pomares)

Esses mesmos autores notaram diferenças nos níveis de nu-
trientes de folhas colhidas em 4 épocas do ano.

Os níveis deficientes, normais e altos de nutrientes nas
folhas variam, dentro de certos limites, de acordo com o culti-
var, porta-enxerto, clima, solo, amostragem, época de coleta de
amostras, entre outros fatores. A amostragem para análise quími-
ca foliar está padronizada, com algumas pequenas variações. De-
ve-se coletar folhas com pecíolo, do ramo do ano, na época do flo-
rescimento, 4 a 8 folhas por árvore, nos pontos cardeais, na al-
tura média da planta, amostras de 25 árvores.

Os níveis de macro e micronutrientes deficientes e adequa-
dos para a macieira estão relacionados nos quadros 14 e 15, segun-
do os autores citados.

QUADRO 14. - Níveis de macronutrientes nas folhas de macieiras (% da matéria seca)

Autor	N		P		K		Ca		Mg		Observações
	Def.	Adeq.									
NESTOROVA et alii (1977)	-	2,15-2,40	-	-	-	1,50-1,80	-	-	-	-	-
YAMAZAKI et alii (1978)	1,53-1,96	1,92-2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DUFKOVÁ et alii (1978)	-	2,7 -3,0	-	0,18-0,25	-	1,2 -1,4	-	1,1 -1,3	-	0,46-0,50	-
KEREMIDARSKA et alii (1978)	-	2,4 -2,7	-	0,4 -0,7	-	1,8 -2,0	-	-	-	-	-
SHELTON (1976)	-	-	-	0,20-0,25	-	-	-	0,95-1,10	-	-	-
PASC (1978)	-	2,2 -2,4	-	0,30-0,35	-	1,3 -1,5	-	-	-	-	-
TSERLING (1977)	-	2,3 -2,5	-	0,5	-	2,0	-	-	-	-	-
GRUPPE et alii (1961)	<1,7	2,3 -2,8	<0,11	0,13-0,20	<0,8	1,4 -2,2	-	>1,0	<0,15	0,25-0,35	Citados por CHILDERS (1966)
GREENHAM (1978)	-	2,4 -2,8	-	0,20-0,25	-	1,2 -1,6	-	-	-	0,20-0,25	-
EGGERT (1957)	-	2,40	-	0,22	-	1,50	-	1,25	-	0,35	Citado por CHAPMAN (1966)
SHIBUKAWA (1958 e 1959)	1,5 -2,0	2,9	0,09-0,13	0,14	0,6 -1,0	1,2	0,60	-	0,20-0,29	-	Citado por CHAPMAN (1966)
LALATTA e FONTANA (1960)	1,96	2,1 -2,4	0,12	0,15-0,18	0,9	1,37-1,56	-	-	-	-	Citados por CHAPMAN (1966)
WALLACE (1940/1951)	-	-	-	-	-	-	0,56	1,1	0,05-0,2	0,2 -0,3	Citado por CHAPMAN (1966)
TRANI (1980)	1,53-1,74	2,22	0,05-0,07	0,17	0,22-0,30	1,32	0,52-0,65	0,94	0,06-0,09	0,37	S def. 0,09 S adeq. 0,18

4 - CALAGEM E ADUBAÇÃO

4.1 - Calagem

A calagem visa basicamente a correção da acidez do solo e o fornecimento de cálcio e magnésio às plantas. Há concordância entre os autores com relação à faixa de pH ideal para a macieira: 6,0 a 6,8. GREENHAM (1978) recomenda a aplicação de calcário para elevar a pH 6,0, numa camada de solo de 30cm. Quando é feito no pomar o uso de herbicidas, esse mesmo autor sugere a correção do solo para pH 6,5, considerando o efeito de acidificação pelos herbicidas aplicados.

Os métodos adotados para determinação da quantidade de calcário necessária para correção da acidez baseiam-se em geral no pH, teores de cálcio, magnésio, alumínio e porcentagem de saturação em bases do solo.

4.2 - Adubação no solo

Na adubação, três fatores devem ser considerados: a época de aplicação dos fertilizantes, sua localização e a quantidade a ser distribuída.

SCHULTE-KELLINGHAUS (1960) ressalta que os fertilizantes contendo fósforo e potássio devem ser localizados a 15 - 20cm de profundidade podendo o nitrogênio ser distribuído superficialmente.

O Instituto Agronômico de Campinas (1977) recomenda após colheita, distribuir todo o fósforo, potássio e esterco sob a copa da planta em coroa larga, misturando-os com a terra da superfície. O nitrogênio deve ser aplicado em cobertura parcelada, a 1ª em agosto (fim do inverno) e outras 3 a 4 aplicações espaçadas de 2 meses. USHIROZAWA (1978) recomenda no período de queda das folhas, aplicar todo o fósforo, potássio e 60-70% da quantidade total de nitrogênio. Os restantes 30-40% serão parcelados em 1 ou 2 vezes na primavera e outono.

LITERATURA CITADA

1. ANDA-Associação nacional para difusão de adubos. Manual de adubação, 2ª ed., São Paulo, 1975, 346p.
2. BATJER, L.P.; ROGERS, B.L. & THOMPSON, A.H. Fertilizer applications as related to nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium utilization by apple trees. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. (60):1-6, 1952.
3. BELGER, E.U.; FRITZ, A. & IRSCHICK, H. La importancia de los nutrientes secundarios y elementos menores em la agricultura. BASF, 56p. Sem data.
4. BENSON, N.R.; DEGMAN, E.S.; CHMELIR, I.C. & CHENNAULT, W. Sulphur deficiency in deciduous tree fruits. Proc. Am. Hort. Sci. St. Joseph, Michigan, (83):55-62, 1963.
5. BLAKE, M.A., NIGHTINGALE, G.T. & DAVIDSON, O.W. Responses of young apple trees to nutrient deficiencies. Proc. Am. Hort. Sci. St. Joseph, Michigan, (34):137-138, 1936.
6. BLASBERG, C.H. Response of mature Mc Intosh apple trees to urea foliar sprays in 1950 and 1951. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. (62):147-153, 1953.
7. BURKE, T. Cultura da maçã. Campinas, Secretaria da Agricultura, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI. Boletim Técnico SCR nº 46, 1969, 99p.
8. CHANDLER JÚNIOR, R.F. Absorption, distribution and seasonal movement of potassium in young apple trees and the effect of potassium fertilizer on potassium and nitrogen content and growth of trees. Journal of Agricultural Research, Washington, D.C., (53):19-42, 1936.
9. CHAPMAN, H.D. Diagnostic criteria for plant and soils. University of California, 1966, 793p.
10. CHILDERS, N.F. Nutrition of fruit crops, tropical, subtropical, temperate tree and small fruits. Edited by Norman Childers, L. Gene Albrigo, New Jersey, 1966, 888p.
11. CHIU, T.F. & BOULD, C. Sand culture studies on the calcium nutrition of young apple trees with particular reference to bitter pit. Journal of Am. Hort. Sci. (52):19-28, 1977.

12. COELHO, F.A.S. Fertilização das principais culturas no Estado de São Paulo. Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo-ICASA, Campinas, Postila, sem data, 66p.
13. DRAKE, M.; BRAMLAGE, W.J. & BAKER, J.H. Effects of foliar calcium on McIntosh apple storage disorders. Commun. in Soil Science and Plant Analysis, 10(1 e 2), 303-309, 1979.
14. DUCROQUET, J.P.H.J. Efeito de produtos químicos no controle à queda antecipada de folhas no cultivar de macieira "Golden Delicious". Trabalho realizado na Estação Experimental de Videira, Videira, Santa Catarina, 1977, 11p.
15. DUFKOVÁ, V. Correlation between yield and leaf composition in the apple cultivar James Grieve. Horticultural Abstracts. 48, 9, 1978.
16. EGGERT, R.; KARDOS, L.T. & SMITH, R.D. The relative absorption of phosphorus by apple trees and fruits from foliar sprays, and from soil applications of fertilizer, using radioactive phosphorus as a tracer. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. (60):75-86, 1952.
17. EPAMIG-Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 3ª aproximação, Belo Horizonte, 1978, 80p.
18. FENNER, R.J. & ADAMSON, E. The foliar iron trial on apples. Horticultural Abstracts, 48, 12, 1978.
19. FISHER, A.G.; EATON, G.W. & PORRITT, S.W. Internal bark necrosis of Delicious apple in relation to soil pH and leaf manganese. Horticultural Abstracts, 47, 11, 1977.
20. FORSHEY, C.G. A comparison of soil nitrogen fertilization and urea sprays as sources of nitrogen for apple trees in sand culture. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. (83):32-45, 1963.
21. FORSHEY, C.G. The effect of nitrogen status of McIntosh apple trees in sand culture on the absorption of magnesium from epsom salts sprays. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. (83):21-31, 1963.

22. GREENE, G.M. & SMITH, C.B. Effects of calcium and nitrogen sources on corking of apples. *Commun.in Soil Science and Plant Analysis*, 10(1 e 2), 129-139, 1979.
23. GREENHAM, D.W.P. The fertilizer requirements of fruit trees. London, The Fertilizer Society of London, 1978. 32p.
24. HENTSCKE, R. Fruticultura de clima temperado no Brasil: situação e perspectivas. I Encontro nacional de fruticultura de clima temperado, Florianópolis, SC. 1978, 17p.
25. HIROCE, R.; OJIMA, M.; GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R. & FURLANI, A.M.C. Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais e temperados. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 5, Pelotas 9 (RS), 1979. Anais, Pelotas(RS), Sociedade Brasileira de Fruticultura 1 :179-189, 1979.
26. HOPFINGER, J.A. & POOWAIAH, B.W. Calcium and Magnesium gradients in apples with bitter pit. *Commun.in Soil Science and Plant Analysis*, 10(1 e 2), 57-65, 1979.
27. INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. Tabelas de adubação e calagem. Boletim 209, 1977, 196p.
28. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná. Manual Agropecuário para o Paraná. v.2, Londrina, 1978, 742p.
29. JACOB, A. & WEXKÜLL, H. von. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Fertilización. Hannover, Alemania, 3^a ed. española, 1966, 373p.
30. JUNQUEIRA, W.R. & FRANCO, J.A.M. Cultura da Macieira. Instruções Sumárias, COT-CATI, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, Postila, 1975, 4p.
31. KEREMIDARSKA, S.; DOICHEV, K.; MILANOV, B. & ELEKHOVA, E. Cultural practices for overcoming alternate bearing. *Horticultural Abstracts*, 48, 4, 1978.
32. LUDDERS, P. The effect of nitrogen nutrition on bitterpit in apples. *Commun. in Soil Science and Plant Analysis*, 10 (1 e 2), 401-415, 1979.

33. MANOLAKIS, E. The effect of continuous and seasonally varied ammonium and nitrate nutrition of apple trees. Horticultural Abstracts, 47, 8, 1977.
34. MARCELLE, R. Evolutions saisonnieres des compositions minerales des feuilles et des fruits dans deux vergers de pommiers golden. 4th International Colloquium on the Control of Plant Nutrition. Published by A. Cottenie. Gent-Belgica, v.1, 169-177, 1976.
35. NESTOROVA, S. & LEKHOVA, E. The diagnosis of the nutrient status of young Golden Delicious apple trees in a pot experiment. II. The relationship between the nitrogen, phosphorus in the leaves and growth. Soil and Fertilizer Abstracts, 40, 8, 1977.
36. PIZA JR., C.T. de. Cultura da macieira. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. P.D.V.-D.A.T.E. Postila, 1964, 9p.
37. RUFFIN-AQKEM INC. Rayplex micronutrients. Ruffin, Inc. 500 east trail. Dodge City, Kansas, s.d., 28p.
38. SCHNEIDER, G.W.; CHAPLIN, C.E. & MARTIN, D.C. Effects of apple rootstock, tree spacing and cultivar on fruit and tree size, yield and foliar mineral composition. Journal Am. Soc. Hort. Sci. 103(2):230-232, 1978.
39. SCHULTE-KELLINGHAUS, W. The manuring of apples and pears. Hannover, Alemanha, 1960, (Green Bulletin 11), 36p.
40. SHELTON, J.E. Effect of placement of phosphorus fertilizer and lime upon growth of "Delicious and Golden Delicious" apples trees. Journal Am. Soc. Hort. Sci. 101(5):481-485, 1976.
41. SHORROCKS, V.M. Boron deficiency - its prevention and cure. S. d, 55p.
42. SMITH, C.B. & TAYLOR, G.A. Tentative optimum leaf concentrations of several elements for Elberta Peach and Stayman Apple in Pennsylvania orchards. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. (60):33-41, 1952.
43. TRANI, P.E. Absorção, concentração de nutrientes e sintomatologia de carências em macieira (Pyrus malus L.) (tese de mestrado). ESALQ, Piracicaba, 1980, 216p.

44. TROCMÉ, S. & GRAS, R. Suelo y Fertilizacion en Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Castelló, 37, Madrid, Es
paña, 1966, 364p.
45. TRZCINSKI, T. Le diagnostic chimique des tissus végétaux en tant que méthode d'estimation de la nutrition minéra
le des plants en général et du pommier em particulier. Revue de l'Agriculture 2, 31, 1978.
46. TSERLING, V.V. & EGOROVA, L.A. Foliar analysis as an index of productivity and nutrition of mature apple trees. Horticultural Abstracts, 47, 3, 1977.
47. USHIROZAWA, K. A cultura da maçã. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC). Florianópolis, 1978, 295p.
48. VILELA, M.R. O mercado interno de frutas de clima temperado ã nível de atacado - 1975, 1976 e 1977 (1º semestre). Companhia Brasileira de Alimentos-COBAL. Postila, 1978, 13p.
49. WEHRMANN, J. Possibilities and limitations of intensive fertilization. In Plant Research and Development. v. 3, 1976, 147p.
50. YAMAZAKI, T.; NIIZUMA, T.; MATSUI, I. & TAGUSHI, T. Studies on leaf analysis in relation to its practical use for diagnosis in Golden Delicious apple orchards. Horticultural Abstracts. 48, 3, 1978.