ABSORÇÃO, CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES E SINTOMATOLOGIA DE CARÊNCIAS EM MACIEIRA (*Pyrus malus* L.)

PAULO ESPÍNDOLA TRANI

Orientador: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Novembro, 1980

Aos meus pais

João e Betty,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Prof. Dr. Henrique Paulo Haag.
- Engº Agrº Cláudio Catani Beretta.
- Prof. Dr. Gilberto Diniz de Oliveira.
- Prof. Dr. José Renato Sarruge.
- Engº Agrº Antonio Francisco Ferraz de Assis.
- Engº Agrº Ricardo Bellinazzi Jr.
- Pesq. Cient. Dr. Antonio Roque Dechen.
- Engº Agrº Joaquim Antonio Martins Franco.
- Engº Agrº Waldemar Ribeiro Junqueira
- Planebrás S/A.
- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo.
- Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
(CATI).
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
Tecnológico (CNPq).

ÍNDICE

	<u>página</u>
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1. Concentração de nutrientes	7
3.2. Extração de nutrientes	10
3.3. Sintomas de deficiências nutricionais	13
3.3.1. Deficiência de nitrogênio	13
3.3.2. Deficiência de fósforo	14
3.3.3. Deficiência de potássio	14
3.3.4. Deficiência de cálcio	15
3.3.5. Deficiência de magnésio	16
3.3.6. Deficiência de enxofre	17
3.3.7. Deficiência de boro	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Ensaio de campo	19
4.2. Ensaio em vasos	21
4.3. Análises estatísticas	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1. Acúmulo de matéria seca pelos frutos	24
5.2. Concentração e acúmulo de nutrientes pelos frutos	31

5.2.1. Nitrogênio	31
5.2.2. Fósforo	47
5.2.3. Potássio	56
5.2.4. Cálcio	66
5.2.5. Magnésio	72
5.2.6. Enxofre	82
5.2.7. Boro	91
5.2.8. Cobre	97
5.2.9. Ferro	104
5.2.10. Manganês	110
5.2.11. Zinco	118
5.3. Extração de nutrientes pelos frutos	126
5.4. Acúmulo de matéria seca pelas folhas coletadas no florescimento	132
5.5. Concentração de nutrientes em folhas coletadas no florescimento	133
5.6. Extração de nutrientes pelas folhas coletadas no florescimento	135
5.7. Acúmulo de matéria seca por "tronco + galhos" coletados no florescimento	149
5.8. Concentração de nutrientes em "tronco + galhos" coletados no florescimento	150
5.9. Extração de nutrientes por "tronco + galhos" coletados no florescimento	159

5.10. Acúmulo de matéria seca pelas folhas proveni-	
entes da poda	167
5.11. Extração de nutrientes pelas folhas proveni-	
entes da poda	169
5.12. Acúmulo de matéria seca por galhos podados ..	176
5.13. Extração de nutrientes pelos galhos podados .	177
5.14. Ensaio em soluções nutritivas	185
5.14.1. Sintomas de deficiência	185
5.14.2. Produção de matéria seca	193
5.14.3. Níveis analíticos	193
5.15. Observações gerais	198
6. CONCLUSÕES	202
7. SUMMARY	208
8. LITERATURA CITADA	211

1. RESUMO

O primeiro ensaio foi conduzido com macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1-2, 3-4, 4-5 e 6-7 anos, enxertadas sobre macieira 'Doucín', no município de Buri (SP, Brasil), situadas sobre Latossolo Vermelho Escuro ortox, em espaçamento 5,5 x 3,0 m.

Objetivou-se: (1) analisar a produção de matéria seca e extração de nutrientes pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento; (2) analisar a produção de matéria seca e extração de nutrientes por folhas e "tronco + galhos" coletados no florescimento e por folhas e galhos podados no início da dormência. Foram determinados teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn.

O segundo ensaio foi conduzido com macieiras 'Ohio Beauty' com 1 ano cultivadas em vaso para verificar-se sintomas e níveis de deficiências de N, P, K, Ca, Mg, S e B

na parte aérea da planta.

Concluiu-se que:

Macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' diferem nos acúmulos de matéria seca pelos frutos coletados em diferentes estádios de desenvolvimento, nos acúmulos pelas folhas e "tronco + galhos" coletados no florescimento, e nos acúmulos pelas folhas e galhos, podados no início da dormência.

Macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' diferem nas concentrações de nutrientes em frutos coletados em diferentes estádios de desenvolvimento, e nas concentrações em folhas e "tronco + galhos" coletados no florescimento.

Macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' diferem na extração de nutrientes pelos frutos coletados em diferentes estádios de desenvolvimento, na extração por folhas e "tronco + galhos" coletados no florescimento e na extração por folhas e galhos coletados no início da dormência.

A extração de nutrientes pelos frutos obedece a seguinte ordem: $K > N > P > S \geq Ca > Mg > Fe > B > Cu > Mn \geq Zn > Mo$.

A extração de nutrientes pela maçieira (parte aérea) obedece a seguinte ordem: $N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Cu = Mn = Zn$.

Os níveis de nutrientes em folhas sadias e com sintomas de deficiência são: N - 2,22 e 1,53%; P - 0,17 e 0,05%; K - 1,32 e 0,22%; Ca - 0,94 e 0,52%; Mg - 0,37 e 0,06%; S - 0,18 e 0,08%; B - 62 e 24 ppm.

Os níveis de deficiência em folhas, na "fome oculta" são: N - 1,74%; P - 0,07%; K - 0,30%; Ca - 0,65%; Mg - 0,09%; S - 0,09%; B - 33 ppm.

2. INTRODUÇÃO

A maçã é a principal fruta de clima temperado importada pelo Brasil, sendo que o custo de importação em 1976 representou 60% do valor das exportações brasileiras de frutas de clima tropical e sucos (HENTSCKE, 1978).

Em 1976, o Estado de São Paulo consumiu 45,2% de maçãs "in natura" em relação ao total do país (VILELA, 1978).

As áreas cultivadas e produções obtidas nos principais Estados produtores encontram-se na Tabela 1.

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

Tabela 1. Áreas cultivadas em 1978 e produções de maçã obtidas na safra 1978/79, nos principais Estados produtores do Brasil.

Estado	Área cultivada (ha)	Produção obtida (t)
Santa Catarina	7154	18.000
Rio Grande do Sul	3300	4.500
São Paulo	2500	7.000
Paraná	2086	1.000
Minas Gerais	302	240
Total	15342	30.740

Fonte: EMATER/ACARESC - Coordenação de Horticultura (1980).
(trabalho não publicado)

FRANCO e JUNQUEIRA (1979) destacam a vantagem econômica da exploração de macieira no Estado de São Paulo devido a ocorrência da safra de dezembro à início de março, período de escassez de maçãs e preços elevados, visto outras regiões produtoras iniciarem as safras em meados de fevereiro, com as cultivares precoces. Outra vantagem destacada por FRANCO E JUNQUEIRA (1979) é a proximidade entre pomares e centros de consumo com custo de frete inferior, não havendo necessidade de armazenamento em câmaras frigoríficas.

Para as cultivares e condições edafo climáticas do Estado de São Paulo são necessários estudos básicos relativos à nutrição mineral em macieira visando permitir um melhor conhecimento no emprego de corretivos e fertilizantes.

Este trabalho objetiva estudar:

- Acúmulo de matéria seca, concentração e extração de nutrientes por frutos, em diferentes estádios de desenvolvimento de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade.

- Acúmulo de matéria seca, concentração e extração de nutrientes por folhas e "tronco + galhos" coletados na época do florescimento.

- Acúmulo de matéria seca e extração de nutrientes pelo material podado (folhas e galhos), no início da dormência.

- Sintomas de carência e níveis analíticos de macronutrientes e boro em mudas cultivadas em vaso.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Concentração de nutrientes

CHANDLER JR. (1936) nos Estados Unidos da América, verificou que as concentrações de potássio (1,60%) em folhas jovens de macieiras 'Stayman', eram maiores em relação às concentrações (1,30%) em folhas velhas, nas três coletas efetuadas, entre o verão e outono.

SMITH e TAYLOR (1952) nos Estados Unidos da América, verificaram variações nos teores de nutrientes em folhas de macieiras 'Stayman' colhidas na mesma época do ano e em anos diferentes sendo as maiores diferenças observadas fora os teores de nitrogênio (2,39% e 2,61% da matéria seca).

WILKINSON e PERRING (1964) na Inglaterra, estudando mudanças nas concentrações de nutrientes nos frutos em desenvolvimento, observaram decréscimo na absorção de cálcio

após o período inicial de divisão celular (quatro a cinco semanas de desenvolvimento do fruto) ao passo que a absorção de potássio continuava durante o período de aumento do volume celular proporcionalmente à retirada de água pelo fruto. Relataram também, não haver diferença significativa nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e manganês em frutos colhidos com uma ou duas semanas de diferença.

CHILDERS (1966), citando diversos autores, relatou os níveis ótimos de nutrientes nas folhas de macieira, com as seguintes concentrações na matéria seca: 1,94 a 3,00% de N; 0,12 a 0,28% de P; 0,8 a 2,2% de K; 0,70 a 1,93% de Ca; 0,23 a 0,60% de Mg; 25 a 140 ppm de B; 3,5 a 23 ppm de Cu; 60 a 240 ppm de Fe; 25 a 140 ppm de Mn e 15 ppm de Zn.

CHAPMAN (1966) citando diversos autores, relatou os níveis adequados de macronutrientes na matéria seca de folha de macieira: 2,1 a 2,9% de N; 0,14 a 0,22% de P; 1,20 a 1,56% de K; 1,10 a 1,25% de Ca e 0,20 a 0,35% de Mg.

TROCMÉ e GRAS (1966) relataram que a translocação de nitrogênio e potássio das folhas para os ramos se inicia três a quatro semanas antes da queda das folhas enquanto que cálcio e magnésio não migram ou o fazem em quantidades insignificantes.

MARCELLE (1976) na Bélgica, estudou a marcha de absorção de nutrientes em folhas e frutos de macieiras

'Golden Delicious' e 'Golden Auvil Spur' enxertadas sobre porta enxertos diferentes. Observou diferenças : significativas entre os teores de nutrientes nas folhas e nos frutos coletados em diferentes estádios de desenvolvimento, entre as duas cultivares estudadas. Relatou as seguintes concentrações, médias de duas cultivares, de nutrientes na matéria seca de frututos por ocasião da colheita: 0,40% de N; 0,05% de P; 0,73% de K; 0,04% de Ca e 0,02% de Mg.

GREENHAM (1976) citando WALLER (1976) na Inglaterra, relatou níveis satisfatórios de nutrientes na matéria seca de folhas de macieira: 2,4 a 2,8% de N; 0,20 a 0,25% de P; 1,2 a 1,6% de K e 0,20 a 0,25% de Mg.

HIROCE *et alii* (1979) no Brasil, apontaram as seguintes concentrações de nutrientes na matéria seca de frutos de macieiras 'Brasil' por ocasião da colheita: 0,44% de N; 0,08% de P; 0,80% de K; 0,06% de Ca; 0,03% de Mg; 0,05% de S; 7 ppm de B; 38 ppm de Cl; 7,7 ppm de Cu; 64 ppm de Fe; 4 ppm de Mn; 0,01 ppm de Mo e 1,1 ppm de Zn. Em frutos de macieiras 'Ohio Beauty' (denominada 'Valinhense' pelos autores), os teores de nutrientes foram: 0,41% de N; 0,08% de P; 0,81% de K; 0,06% de Ca; 0,04% de Mg; 0,04% de S; 3 ppm de B; 48 ppm de Cl; 5,2 ppm de Cu; 53 ppm de Fe; 5 ppm de Mn; 0,01 ppm de Mo e 1,7 ppm de Zn.

3.2. Extração de nutrientes

CHANDLER JR. (1936) determinou as quantidades acumuladas de nitrogênio em macieira com 2 anos de idade, recebendo ou não adubação potássica. Na presença e ausência de adubação potássica foram acumulados 7,7 g de N; 6,6 g de K e 6,7 g de N; 4,3 g de K, respectivamente, correspondentes ao período inicial de queda das folhas.

BATJER *et alii* (1952) nos Estados Unidos da América, relataram a extração de nutrientes por vários órgãos de macieiras 'Golden Delicious' com 28 a 30 anos de idade produzindo 44,8 t de frutos por hectare. O total de nutrientes extraídos por hectare, por ano, foi: 110,5 kg de N; 17,8 kg de P; 141,7 kg de K; 167,4 kg de Ca e 25,4 kg de Mg. O total de nutrientes exportados por 44,8 t de frutos foi: 20,8 kg de N; 6,3 de P; 56,6 kg de K; 4,4 kg de Ca e 2,2 kg de Mg. As quantidades contidas no material podado foram: 11,8 kg de N; 2,2 kg de P; 3,6 kg de K; 28,0 kg de Ca e 1,7 kg de Mg.

BURKE (1969), citando GERICKE (1954) apontou as quantidades de nutrientes extraídos por macieira com 1, 2, 3 e 4 anos de idade. As quantidades são expressas em gramas do nutriente por planta. Macieiras com 1 ano extraíram 6 g de N; 1,3 g de P; 2,9 g de K e 5,0 g de Ca. Macieiras com 2 anos extraíram 12 g de N; 1,7 g de P; 10 g de K e 12,1 g de Ca. Macieiras com 3 anos extraíram 34 g de N; 5,2 g de P;

26,7 g de K e 37,1 g de Ca. Macieiras com 4 anos extraíram 36 g de N; 7 g de P; 43,4 g de K e 53,6 g de Ca.

TROMP e OELE (1972) na Holanda, estudaram a influência da umidade do ar nas quantidades de nutrientes absorvidos do solo pela macieira. Não encontraram diferenças significativas nas quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio extraídos pelos frutos durante seu desenvolvimento. Verificaram porém, menor extração de cálcio pelo fruto no período final de desenvolvimento sob condições de alta umidade quando comparado no mesmo período à condições de baixa umidade atmosférica.

TROMP (1975) na Holanda, relatou maior acúmulo de matéria seca em frutos da macieira 'Golden Delicious' sob condições de temperatura ambiente mais elevada, não observando tal efeito na macieira 'Cox's Orange Pippin'. Foram extraídas maiores quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio por frutos das duas cultivares sob condições de maior temperatura ambiente.

GREENHAM (1976) na Inglaterra, relatou extração de nutrientes por macieiras 'Cox's Orange Pippin' com 9 a 12 anos de idade produzindo anualmente 9 a 12 t de frutos por hectare. As extrações totais por hectare foram: 33 kg de N; 5 kg de P; 51 kg de K; 25 kg de Ca e 4 kg de Mg. As quantidades extraídas pelos frutos foram 18 kg de N; 2 kg de P; 40 kg

de K; 2 kg de Ca e 2 kg de Mg. As quantidades extraídas pelo material podado foram: 11 kg de N; 2 kg de P; 8 kg de K; 11 kg de Ca e 2 kg de Mg. Esse mesmo autor relatou que pomares instalados em espaçamentos densos não extraem quantidades de nutrientes significativamente maiores em relação à pomares instalados em espaçamentos mais largos.

SCHNEIDER *et alii* (1978) nos Estados Unidos da América, verificaram maiores teores de fósforo e potássio em folhas de macieira 'Goldspur' e 'Redspur' instaladas em espaçamentos mais largos, encontrando porém, menores teores de cálcio, magnésio e manganês. Verificaram também, não haver influência do espaçamento nos teores de nitrogênio, ferro, cobre, zinco nas folhas. Os espaçamentos estudados foram de 4,9 m entrelinhas e 1,8; 3,0 e 4,3 m entre plantas na linha. Esses autores verificaram ainda, haver influência de diferentes porta enxertos na extração de nutrientes, ocorrendo variações nas concentrações de nutrientes nas folhas, variações no acúmulo de matéria seca por plantas e frutos.

HIROCE *et alii* (1979), estimando produções de 12 a 15 t de frutos por hectare por ano, calcularam as seguintes quantidades de nutrientes extraídos por uma tonelada de frutos de macieira 'Brasil': 633 g de N; 118 g de P; 1152 g de K; 86 g de Ca; 43 g de Mg; 77 g de S; 1,0 g de B; 1,1 g de Cu; 9,2 g de Fe, 0,6 g de Mn; 1 mg de Mo e 0,2 g de Zn. Para macieiras 'Ohio Beauty' as quantidades extraídas por uma

tonelada de frutos foram: 561 g de N; 108 g de P; 1109 g de K; 82 g de Ca; 54 g de Mg; 54 g de S; 0,4 g de B; 0,7 g de Cu; 7,2 g de Fe; 0,7 g de Mn; 1 mg de Mo e 0,2 g de Zn.

3.3. Sintomas de deficiências nutricionais

3.3.1. Deficiência de nitrogênio

BLAKE *et alii* (1936) nos Estados Unidos da América, descreveram sintomas de deficiência de nitrogênio em macieiras 'Blaxtayman' 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 todas as folhas assumiram posição e-reta, 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, comentou que a deficiência de nitrogênio é a mais comum em pomares comerciais.

USHIROZAWA (1978) no Brasil, relatou que na 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 formação de frutos pequenos, queda dos mesmos e redução na

produção.

3.3.2. Deficiência de fósforo

BLAKE *et alii* (1936) citaram 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 ainda ocorrer redução na formação de botões florais.

GREENHAM (1976) citando FIDLER *et alii* (1973) e PERKING (1975) relatou que frutos com teores deficientes em fósforo desenvolvem mais rachaduras durante o processo de armazenamento.

3.3.3. Deficiência de potássio

BLAKE *et alii* (1936) observaram não ocorrer efeito significativo por várias semanas, no crescimento de macieiras cultivadas sob 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) observou que na deficiência de potássio as primeiras folhas a serem afetadas foram aquelas situadas anteriormente à metade dos ramos.

GREENHAM (1976) observou que em caso de deficiência severa de potássio pode ocorrer desenvolvimento de flores anormais, frutos pequenos e demora na maturação.

3.3.4. 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 porém os sintomas na parte aérea pouco evidentes. Relatou o aparecimento de descolorações e áreas necróticas em folhas novas após o ramo novo crescer 30 cm. 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 tem associado deficiência de cálcio à ocorrência de "bitter pit" (manchas escuras e deprimidas no fruto) em macieira.

CHIU e BOULD (1977) nos Estados Unidos da América, verificaram os sintomas de "bitter pit" tornarem-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.

3.3.5. Deficiência de magnésio

BLAKE *et alii* (1936) observaram que 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 (1976) relatou que deficiência de magnésio em macieira é frequentemente induzida por adubações potássicas pesadas. Observou também que o porta enxerto tem significativa influência na maior ou menor sensibilidade de macieiras à deficiências de magnésio e potássio.

3.3.6. 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.

3.3.7. 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 necroticas entre o floema e 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 áreas arredondadas na polpa como que encharcadas de água. Estas áreas tomam coloração marrom secando posteriormente, ficando com 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 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 as cultivares.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Ensaio de campo

O experimento foi conduzido de setembro de 1978 a maio de 1979, em lotes de macieiras 'Ohio Beauty' (também denominada 'Valinhense' e 'Ácida de Valinhos') e 'Brasil' (*Pyrus malus* L.) com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade, no município de Buri (SP), situado a 23° 48' de latitude sul e 48° 35' de longitude oeste, a 588 m de altitude (SÃO PAULO, 1972).

Durante o período do experimento verificaram-se precipitações pluviométricas e temperaturas normais dentro das médias de 30 anos observadas em Buri (SÃO PAULO, 1972).

A cultura está instalada em um Latossolo Vermelho Escuro orto (BRASIL, 1960) e em área com declividade variando de 3 a 8%. Segundo classificação descrita por CATANI e JACINTO (1974) os resultados da análise química do solo mos

traram acidez média a fraca, teores altos de carbono, teores médios de fósforo e potássio, teores médios a altos de cálcio e magnésio e teores baixos de alumínio.

As macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' estão enxertadas sobre a macieira 'Doucín' (*Pyrus malus* L.). O espaçamento do pomar é de 5,5 x 3,0 m correspondendo à 606 plantas por hectare.

O controle de pragas e doenças foram os normalmente recomendados (SÃO PAULO, 1977) com produtos isentos de nutrientes em sua formulação.

Em 1977, as macieiras receberam aplicações de 10 a 30 g de borax por planta. Em junho de 1978, aplicou-se 1,0 a 1,5 t de calcário dolomítico (28 a 30% de CaO e 12 a 20% de MgO) por hectare. A adubação radicular por planta foi de 50 g de N, 50 g de P_2O_5 e 50 g de K_2O por ano de idade da planta, conforme instruções contidas em SÃO PAULO (1977). Os fertilizantes utilizados foram nitrocálcio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Quatro plantas de cada cultivar foram cortadas rente ao solo por ocasião do florescimento, nas quatro idades e divididas em folhas e "tronco + galhos".

Para estudo da marcha de absorção de nutrientes, foram coletados frutos de quatro plantas de cada idade ,

de ambas as cultivares. As coletas realizaram-se a partir de 1º de outubro de 1978, a cada 20 dias, até a época da colheita (17 de janeiro de 1979).

Em maio de 1979, de quatro plantas, de cada cultivar, foi coletado o material podado sendo separado em folhas e galhos.

O material coletado foi lavado, seco e moído de acordo com instruções de SARRUGE e HAAG (1974). No material foram determinados nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco, de acordo com as instruções contidas em SARRUGE e HAAG (1974).

4.2. Ensaio em vasos

Foram transplantados para vasos contendo sílica, macieiras 'Ohio Beauty' com 1 ano de idade.

Até a brotação de ramos e folhas, as mudas foram irrigadas com água destilada. Dois meses após foram iniciados os tratamentos "completo, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S e -B", empregando-se as soluções nutritivas preconizadas por SARRUGE (1970).

Evidenciados os sintomas de carência, procedeu-se a coleta do material separando-se em porta enxerto, "caule

+ ramos" e folhas. Determinou-se o peso da matéria seca (80°C) e níveis analíticos de nutrientes segundo os métodos descritos em SARRUGE e HAAG (1974).

4.3. Análises estatísticas

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise, segundo o modelo descrito por PIMENTEL GOMES (1973):

Análise de variância dos resultados referentes aos acúmulos de matéria seca, concentração e extração de nutrientes por frutos, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Análise de variância dos resultados referentes ao acúmulo, concentração e extração de nutrientes por folhas e "tronco + galhos" coletados na época do florescimento.

Análise de variância dos resultados referentes ao acúmulo de matéria seca e extração de nutrientes pelo material podado (folhas e galhos) no início da dormência.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ajuste das curvas de regressão para as quanti-

dades de matéria seca e nutrientes acumulados pelos frutos em desenvolvimento e determinação dos pontos de mínimo, inflexão e máximo. A escolha das curvas recaiu sobre aquela cujo componente mais elevado foi significativo a 5% de probabilidade.

Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade, dos acúmulos de matéria seca e teores de nutrientes em partes aéreas de macieiras cultivadas em solução nutritiva.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Acúmulo de matéria seca pelos frutos

Como indicador de crescimento foram utilizados os dados de produção de matéria seca. Foram determinados os acúmulos de matéria seca por frutos em plantas com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade.

As quantidades de matéria seca acumuladas pelos frutos (g/planta) e o resumo da análise de variância dos resultados encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Observa-se que o acúmulo de matéria seca pelos frutos foi afetado pela idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade da planta e idade do fruto x idade da planta. As médias do peso de matéria seca resultantes dessas interações encontram-se nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 2. Acúmulo de matéria seca (g/planta) por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	1,73	9,78	14,15	16,45	1,67	10,00	11,61	15,52
40	18,43	129,01	172,06	216,06	12,55	133,13	162,98	212,90
60	22,21	289,89	378,52	512,54	24,13	348,93	443,37	538,68
80	57,20	736,89	1215,20	1380,90	63,63	876,12	1097,50	1446,20
100	95,82	1331,60	2125,50	2375,10	107,86	1509,80	1953,00	2464,80
120	125,33	1784,20	2604,80	3155,40	139,43	1799,50	2408,90	3062,40

Tabela 3. Análise de variância do acúmulo de matéria seca (g/planta) por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da Variação	Graus de liberdade (G.L.)	Quadrados médios (Q.M.)
Cultivar (V)	1	480,7500
Idade do fruto (C)	5	18.966.221,6000**
Idade da cultivar (I)	3	13.615.249,9000**
V x C	5	10.990,8750
V x I	3	38.978,7083**
C x I	15	2.215.816,5000**
V x C x I	15	10.278,0833
Resíduo	144	6.434,1076
Total	191	

Coeficiente de variação (C.V.%) = 10,2

** Quadrados médios correspondentes aos valores de teste F, significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 4. Médias do acúmulo de matéria seca (g/planta) por frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	53,45	713,58	1085,80	1276,11
Brasil	58,21	779,60	1012,92	1290,10

d.m.s. $\frac{1}{2}$
(Tukey 5%)   V dentro de I = 45,81; I dentro de V = 60,36

Tabela 5. Médias do acúmulo de matéria seca (g/planta) por fruto das duas cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	1,69	9,89	12,88	15,98
40	15,49	131,07	167,54	214,48
60	23,17	319,41	410,95	525,62
80	60,41	806,51	1156,38	1413,59
100	101,84	1420,75	2039,32	2420,02
120	132,38	1791,93	2506,93	3108,93

d.m.s.   C dentro de I = 116,15; I dentro de C = 104,54
(Tukey 5%)

$\frac{1}{2}$ Diferença mínima significativa.

Os acúmulos de matéria seca pelos frutos (g/planta) de macieira 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5 anos apresentaram crescimento segundo equações de regressão do 1º grau, sendo que aos 120 dias as quantidades de matéria seca acumuladas pelos frutos foram 116,68 g/planta e 130,66 g/planta, respectivamente. Os acúmulos de matéria seca por frutos dessas cultivares com 3,5; 4,5 e 6,5 anos apresentaram crescimento segundo equações de regressão do 3º grau, com pontos de inflexão situados entre 82 e 103 dias após florescimento (Figuras 1 e 2; Tabela 6).

Em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos, os acúmulos de matéria seca pelos frutos na época de colheita (120 dias) foram 3180,40 g/planta e 3094,10 g/planta correspondendo a 26,95 g/fruto e 32,48 g/fruto, respectivamente.

BATJER *et alii* (1952) trabalhando com macieiras 'Delicious', relataram acúmulo de 20,90 g de matéria seca/fruto, quantidade esta inferior às encontradas no presente trabalho.

Figura 1 - Acúmulo de matéria seca pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.

Figura 2 - Acúmulo de matéria seca pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Brasil'.

Tabela 6. Pontos estimados de máximo a/ e inflexão, de acúmulo de matéria seca (g/plantas = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	1,5	120	116,68	-	-
Ohio Beauty	3,5	120	1802,40	103	1353,23
Ohio Beauty	4,5	120	2638,90	84	1405,80
Ohio Beauty	6,5	120	3180,40	95	2092,42
Brasil	1,5	120	130,66	-	-
Brasil	3,5	120	1822,70	82	958,03
Brasil	4,5	120	2439,20	86	1356,49
Brasil	6,5	120	3094,10	85	1698,45

a/ Os pontos estimados de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita, razão pela qual são citados os acúmulos de matéria seca aos 120 dias (época da colheita de frutos).

5.2. Concentração e acúmulo de nutrientes pelos frutos

São apresentados a seguir, os resumos das análises de variância da concentração e acúmulo de nitrogênio , fósforo, potássio (Tabelas 7 e 8); cálcio, magnésio, enxofre (Tabelas 9 e 10); boro, cobre, ferro, manganês e zinco (Tabelas 11 e 12), pelos frutos.

5.2.1. Nitrogênio

5.2.1.1. Concentração ^{1/}

Concentrações de nitrogênio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 13 e o resumo da análise de variância, na Tabela 7.

Verifica-se que a concentração de nitrogênio no fruto foi afetada pela idade do fruto e com interação cultivar x idade do fruto. As médias das concentrações (%) de nitrogênio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto estão expressos na Tabela 14. Observa-se decréscimo nas concentrações de nitrogênio de 2,41% e 2,34% em frutos jovens (coletados 20 dias após florescimento), para 0,65% e 0,64% em frutos maduros (coletados 120 dias após flo-

---

^{1/} Os valores de concentração estão sempre expressos em função da matéria seca.

Tabela 7. Análise de variância da concentração (%) de nitrogênio, fósforo e potássio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	Graus de liberdade (G.L.)	Quadrados médios		
		N	P	K
Cultivar (V)	1	$1,0659 \cdot 10^{-2}$	$5,4002 \cdot 10^{-2}^{**}$	$6,6761 \cdot 10^{-2}^{**}$
Idade do fruto (C)	5	17,2763	0,2615	2,7777
Idade da planta (I)	3	$5,9009 \cdot 10^{-4}$	$8,2369 \cdot 10^{-3}^{*}$	$1,2519 \cdot 10^{-2}^{**}$
V x C	5	$4,7858 \cdot 10^{-2}^{**}$	$4,3021 \cdot 10^{-3}^{**}$	$8,6881 \cdot 10^{-3}^{**}$
V x I	3	$2,2317 \cdot 10^{-3}$	$7,8677 \cdot 10^{-4}$	$3,9012 \cdot 10^{-3}$
C x I	15	$5,3097 \cdot 10^{-3}$	$3,7026 \cdot 10^{-4}$	$4,3905 \cdot 10^{-3}^{*}$
V x C x I	15	$5,5412 \cdot 10^{-3}$	$6,4514 \cdot 10^{-4}^{**}$	$2,1545 \cdot 10^{-3}$
Resíduo	144	$4,5175 \cdot 10^{-3}$	$3,0729 \cdot 10^{-4}$	$2,5538 \cdot 10^{-3}$
Total	191			
Coeficiente de variação (%) (C.V.)		5,2	11,4	4,2

* e ** quadrados médios correspondentes aos valores do teste F, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 8. Análise de variância do acúmulo (mg/planta) de nitrogênio, fósforo e potássio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		N	P	K
Cultivar (V)	1	2198996,0000	1027682,8700**	2109496,0000
Idade do fruto (C)	5	684885261,0000**	10571980,6000**	1536381740,0000**
Idade da planta (I)	3	806063976,0000**	11157359,4000**	1333761580,0000**
V x C	5	2196925,6000*	71566,7250	2829348,8000**
V x I	3	2520596,0000*	299859,7500**	39868106,7000**
C x I	15	81500884,3000**	1232901,3500**	183527440,0000**
V x C x I	15	684386,9340	47134,3917	1416131,2000
Resíduos	144	791411,8330	39158,9835	858054,8890
Total	191			
C.V. (%)		14,7	27,4	12,0

Tabela 9. Análise de variância da concentração (%) de cálcio, magnésio e enxofre nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivar (V)	1	$1,0216 \cdot 10^{-4}$	$2,8871 \cdot 10^{-8}$	$2,7001 \cdot 10^{-3}^{**}$
Idade do fruto (C)	5	0,2018	0,1159	0,1072
			**	**
Idade da planta (I)	3	$7,4346 \cdot 10^{-5}$	$4,6877 \cdot 10^{-4}^{**}$	$1,7618 \cdot 10^{-3}^{**}$
V x C	5	$6,6707 \cdot 10^{-4}^{**}$	$5,6500 \cdot 10^{-4}^{**}$	$4,9512 \cdot 10^{-3}^{**}$
V x I	3	$4,0207 \cdot 10^{-4}$	$4,0277 \cdot 10^{-4}^{**}$	$1,2082 \cdot 10^{-4}$
C x I	15	$2,1680 \cdot 10^{-4}$	$5,6291 \cdot 10^{-4}^{**}$	$6,1638 \cdot 10^{-4}^{**}$
V x C x I	15	$3,2875 \cdot 10^{-4}^{**}$	$1,2444 \cdot 10^{-4}$	$3,0375 \cdot 10^{-4}$
Resíduo	144	$1,6076 \cdot 10^{-4}$	$1,0034 \cdot 10^{-4}$	$2,9028 \cdot 10^{-4}$
Total	191			
C.V. (%)		11,6	12,2	15,1

Tabela 10. Análise de variância do acúmulo (mg/planta) de cálcio, magnésio e enxofre nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivar (V)	1	25191,4062	103342,1560	419629,7810**
Idade do fruto (C)	5	3052907,3900**	1407190,9700**	4953595,7500**
Idade da planta (I)	3	4213111,7100**	2074357,6300**	6240585,6900**
V x C	5	10625,2437	38485,3468**	172913,7310**
V x I	3	87665,0105**	24209,7864**	53441,3854
C x I	15	384359,5940**	158671,9870**	599701,3250**
V x C x I	15	29793,6604**	13331,6562	44816,9938
Resíduo	144	13987,6532	9123,5269	30493,3641
Total	191			
C.V. (%)		27,2	30,6	32,9

Tabela 11. Análise da variância da concentração (ppm) de boro, cobre, ferro, manganês e zinco nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de mangueiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (V)	1	56,3333*	3,7969	268,3799	112,5469**	33,3333**
Idade do fruto (C)	5	15921,7625**	1822,7552**	62040,4428**	1715,9927**	1548,9833**
Idade da planta (I)	3	1,2500	6,3524*	113,1162	0,8108	0,1666
V x C	5	585,1458**	52,3219**	101,2928	18,0844**	11,6583**
V x I	3	2,6666	4,8524**	113,2552	2,6580	0,5000
C x I	15	19,4958*	2,7774	115,5122	2,1983	1,4667
V x C x I	15	18,4125*	2,8941	185,5510*	3,6455**	1,2083
Resíduo	144	10,7083	1,8420	109,4531	1,6337	2,1319
Total	191					
C.V. (%)		9,1	10,8	14,8	12,6	15,7

Tabela 12. Análise de variância do acúmulo de boro, cobre, ferro, manganês e zinco (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (V)	1	422,2061**	85,8585**	17,8091	48,6350**	69,0514**
Idade do fruto (C)	5	6011,2314**	731,1937**	54485,5898**	301,5655**	277,3401**
Idade da planta (I)	3	6294,0674**	745,8218**	36304,7052**	382,5122**	335,8227**
V x C	5	265,5709**	21,8220**	97,9093	9,0885**	14,0106**
V x I	3	72,1148**	12,2261**	160,5430*	5,4802*	6,4923**
C x I	15	698,8142**	83,8282**	6519,1152**	38,1318**	37,5170**
V x C x I	15	31,7043**	3,5356*	161,7638**	1,9736	1,7110
Resíduo	144	9,3476	1,9225	53,6231	1,7772	1,3944
Total	191					
C.V. (%)		18,1	23,4	18,2	32,3	31,2

rescimento) de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente (concentrações médias de macieiras com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos).

BATJER *et alii* (1952), verificaram 0,27% de nitrogênio em frutos maduros de macieiras 'Golden' com 28 a 30 anos de idade. WILKINSON e PERRING (1964), verificaram decréscimos variáveis nas concentrações de nitrogênio em frutos de macieiras 'Cox's Orange Pippin' provenientes de dois locais. MARCELLE (1976), trabalhando com macieiras 'Golden', observou diferentes concentrações de nitrogênio em frutos jovens e maduros de acordo com a cultivar. As concentrações foram 2,56% e 2,28% em frutos jovens e 0,43% e 0,37% de nitrogênio em frutos maduros de macieiras 'Golden Auvil Spur' e 'Golden Delicious', respectivamente. Esse autor considerou que as diferenças observadas entre as cultivares, seriam devido à variações de fertilidade dos solos onde as macieiras estavam instaladas. Aquelas cultivares estavam porém, enxertadas sobre porta enxertos distintos que podem também afetar as diferentes concentrações de nutrientes em frutos ou outros órgãos da planta.

HIROCE *et alii* (1979), observaram 0,41% e 0,44% de nitrogênio em frutos, por ocasião da colheita, de 'Ohio Beauty' e 'Brasil', valores inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 13. Concentração de nitrogênio (%) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	2,38	2,40	2,40	2,45	2,26	2,43	2,38	2,29
40	2,09	2,06	2,09	2,02	1,95	1,87	1,91	1,98
60	1,26	1,20	1,25	1,24	1,37	1,30	1,31	1,29
80	0,81	0,79	0,74	0,75	0,79	0,80	0,76	0,82
100	0,70	0,68	0,66	0,68	0,70	0,70	0,71	0,72
120	0,67	0,65	0,67	0,64	0,63	0,63	0,65	0,65

Tabela 14. Médias das concentrações (%) de nitrogênio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade dos frutos (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	2,41	2,06	1,23	0,77	0,68	0,65
Brasil	2,34	1,93	1,32	0,79	0,71	0,64

d.m.s.

(Tukey 5%)

V dentro de C = 0,05; C dentro de V = 0,07.

Uma possível explicação relativa à variação dos teores de nitrogênio seria a diferença nas épocas de colheita. WILKINSON e PERRING (1964) relataram porém, que uma ou duas semanas de diferença na colheita de maçãs não afetam sua composição química em macronutrientes (com exceção do cálcio) e o manganês.

5.2.1.2. Acúmulo

As quantidades acumuladas de nitrogênio por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento acham-se na

Tabela 15 e o resumo da análise de variância na Tabela 8.

Verifica-se que o acúmulo de nitrogênio pelos frutos foi afetado pela idade do fruto, idade da cultivar e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta e idade do fruto x idade da planta. As médias do acúmulo de nitrogênio pelos frutos (mg/planta) resultantes dessas interações encontram-se nas Tabelas 16, 17 e 18.

Os frutos de macieiras 'Ohio Beauty' acumularam nitrogênio segundo equações de 2º grau para plantas com 3,5; 4,5 e 6,5 anos. Os acúmulos de nitrogênio por macieiras com 1,5 anos não foi significativo. Os frutos de macieiras 'Brasil' acumularam nitrogênio segundo equações de 1º grau em plantas com 3,5 e 4,5 anos, e equação de 3º grau em plantas com 6,5 anos. Nos frutos de macieira 'Brasil' com 6,5 anos o ponto de inflexão ocorreu aos 74 dias correspondendo à 10.947 mg de nitrogênio por planta (Figuras 3 e 4; Tabela 19).

Em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha) as quantidades de nitrogênio acumuladas pelos frutos na época de colheita, foram 20.396,00 e 20.411,00 mg/planta, correspondendo a 12,36 kg/ha e 12,37 kg/ha, respectivamente.

Tabela 15. Acúmulo de nitrogênio (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	41,34	233,99	388,53	402,76	37,70	242,38	275,44	355,69
40	390,48	2663,78	3587,76	4367,27	243,01	2487,01	3110,13	4218,38
60	277,67	3493,89	4742,16	6341,41	332,62	4517,99	5826,09	6931,10
80	465,12	5806,59	9033,24	10382,19	506,50	6982,06	8321,35	11847,59
100	664,41	8992,59	14114,89	16093,64	749,64	10580,04	13933,21	17878,45
120	830,78	11556,81	17392,67	20152,73	872,96	11420,35	15714,37	20119,32

Tabela 16. Média dos acúmulos (mg/planta) de nitrogênio nos frutos resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)				
	20	40	60	80	100
Ohio Beauty	254,15	2752,32	3713,78	6421,78	9966,38
Brasil	227,80	2514,63	4401,95	6914,38	10785,33

d.m.s.
(Tukey 5%)
V dentro de C = 622,31; C dentro de V = 910,87

Tabela 17. Média dos acúmulos (mg/planta) de nitrogênio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade do fruto (dias)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	444,96	5457,94	8201,54	9623,33
Brasil	457,07	6038,31	7863,43	10225,09
d.m.s. (Tukey 5%)	V dentro de I = 508,11; I dentro de V = 669,38.			

Tabela 18. Médias dos acúmulos (mg/planta) de nitrogênio nos frutos, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	39,52	238,18	306,98	379,22
40	316,74	2575,39	3348,95	4292,83
60	305,16	4005,94	5284,13	6636,26
80	485,81	6394,33	8677,29	11114,89
100	707,02	9786,32	14024,05	16986,04
120	851,87	11488,58	16553,52	20136,02
d.m.s. (Tukey 5%)	C dentro de I = 1288,16; I dentro de C = 1159,41			

Figura 3 - Acúmulo de Nitrogênio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.

Figura 4 - Acúmulo de Nitrogênio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Brasil'.

Tabela 19. Pontos estimados de máximo ^{a/} e inflexão, de acúmulo de nitrogênio (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120	11624,00	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	17798,00	-	-
Ohio Beauty	6,5	120	20396,00	-	-
Brasil	3,5	120	11940,00	-	-
Brasil	4,5	120	15874,00	-	-
Brasil	6,5	120	20411,00	74	10947,00

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de nitrogênio aos 120 dias (época da colheita dos frutos).

BATJER *et alii* (1952) verificaram extração de 20,80 kg de nitrogênio/ha por frutos de macieiras 'Golden' com 28 a 30 anos de idade. GREENHAM (1976), trabalhando com macieiras 'Cox's Orange Pippin' relatou extração de 16,5 kg de nitrogênio/ha por frutos de plantas com 16 a 21 anos (produção média de 23,3 t de frutos/ha). Em outro local, frutos da mesma cultivar com 9 a 12 anos, extraíram 18 kg de nitrogênio/ha (produção média de 28,8 t de frutos/ha), valores superiores aos do presente trabalho. HIROCE *et alii* (1975) para uma produção estimada de 12 t/ha relataram 6,73 kg e 7,60 kg de nitrogênio/ha extraídos por frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente, quantidades inferiores às obtidas no presente trabalho.

5.2.2. Fósforo

5.2.2.1. Concentração

Os valores de concentração de fósforo nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 20 e a análise de variância desses valores, na Tabela 7.

Observa-se que a concentração de fósforo nos frutos foi afetada pela cultivar, idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto e cultivar

x idade do fruto x idade da planta.

As médias das concentrações de fósforo nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto x idade da planta estão expressos na Tabela 20. Ocorre decréscimo nas concentrações de fósforo de 0,33% e 0,30% em frutos jovens, para 0,08% e 0,07% em frutos maduros das macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente (médias de macieiras em 4 idades).

BATJER *et alii* (1952) verificaram concentração de 0,09% de fósforo em frutos maduros de macieiras 'Golden' com 28 a 30 anos de idade. MARCELLE (1976) observou concentrações de fósforo de 0,27% em frutos jovens e 0,05% em frutos maduros de macieiras 'Golden Auvil Spur' e 'Golden Delicious'. HIROCE *et alii* (1979) encontraram 0,08% de fósforo em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', semelhante aos resultados do presente trabalho.

5.2.2.2. Acúmulo

As quantidades de fósforo acumuladas por frutos de diferentes estádios de desenvolvimento são apresentadas na Tabela 21 e a análise de variância na Tabela 8. O acúmulo de fósforo pelos frutos foi afetado pela cultivar, idade do fruto e idade da planta e com interações cultivar x idade

Tabela 20. Concentração (%) de fósforo nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (C) em dias	'Ohio Beauty' (V)				'Brasil' (V)			
	Idade da planta (I) em anos				Idade da planta (I) em anos			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,32	0,30	0,34	0,34	0,29	0,31	0,29	0,30
40	0,25	0,24	0,25	0,26	0,18	0,18	0,15	0,18
60	0,17	0,15	0,14	0,16	0,13	0,11	0,10	0,10
80	0,11	0,12	0,10	0,12	0,10	0,10	0,09	0,08
100	0,10	0,11	0,09	0,10	0,08	0,09	0,09	0,07
120	0,09	0,08	0,07	0,09	0,06	0,07	0,08	0,07

d.m.s.

V dentro de C dentro de I = 0,02; C dentro de V dentro de I = 0,04;

(Tukey 5%)

I dentro de C dentro de V = 0,03.

do fruto e cultivar x idade da planta.

As médias do acúmulo de fósforo por frutos resultantes dessas interações encontram-se nas Tabelas 22 e 23.

Os acúmulos de fósforo por frutos das macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' foram representados por equações de 3º grau para plantas de 3,5 e 4,5 anos. Os pontos de inflexão ocorreram entre 68 e 76 dias após florescimento e as quantidades máximas foram acumuladas entre 110 e 115 dias após florescimento. Macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos acumularam fósforo segundo equações de regressão linear (Figuras 5 e 6; Tabela 24).

Em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha) as quantidades de fósforo acumuladas pelos frutos na época da colheita foram 2800,90 mg/planta e 2058,40 mg/planta, correspondendo a 1,70 kg/ha e 1,25 kg/ha, respectivamente. BATJER *et alii* (1952), verificaram extração de 6,3 kg de fósforo/ha por frutos de macieiras 'Golden' de 28 a 30 anos de idade. GREENHAM (1978), citando a macieira 'Cox's Orange Pippin', relatou extração de 3,2 kg de fósforo/ha por frutos de plantas com 16 e 21 anos (produção média de 23,3 t de frutos/ha). Em outro local, frutos da mesma cultivar com 9 a 12 anos, extraíram 2 kg de fósforo/ha (produção média de 28,8 t de frutos/ha). HIROCE *et alii* (1979), para produção estimada de 12 t de frutos/ha, re-

Tabela 21. Acúmulo de fósforo (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	5,63	28,77	47,94	55,53	4,82	31,30	33,07	46,10
40	45,77	307,63	439,19	555,88	21,83	240,41	248,83	382,67
60	36,59	431,06	511,27	818,99	31,15	385,48	456,73	565,52
80	66,01	878,11	1216,68	1651,63	64,54	849,42	953,44	1130,86
100	97,73	1501,20	1821,82	2312,28	87,71	1356,45	1709,93	1789,67
120	114,34	1506,02	1759,54	2836,88	79,35	1184,05	1818,37	2062,92

Tabela 22. Médias dos acúmulos (mg/planta) de fósforo nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)				
	20	40	60	80	100
					120
Ohio Beauty	34,46	337,12	449,48	953,11	1433,26
					1554,15
Brasil	28,82	223,43	359,72	749,57	1235,94
					1286,17

d.m.s.   V dentro de C = 138,43; C dentro de V = 202,61.
(Tukey 5%)

Tabela 23. Médias dos acúmulos (mg/planta) de fósforo nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)		
	1,5	3,5	4,5
Ohio Beauty	61,01	775,46	966,08
			1371,83
Brasil	48,23	674,52	870,06
			996,29

d.m.s. V dentro de I = 113,02; I dentro de V = 148,90.
(Tukey 5%)

Figura 5 - Acúmulo de fósforo pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.

Figura 6 - Acúmulo de fósforo pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Brasil'.

Tabela 24. Pontos estimados de máximo e inflexão, de acúmulo de fósforo (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120 ^a /	1551,50	73	809,57
Ohio Beauty	4,5	115	1822,02	70	960,60
Ohio Beauty	6,5	120 ^a /	2800,90	-	-
Brasil	3,5	110	1288,85	68	663,90
Brasil	4,5	120 ^a /	1863,50	76	963,47
Brasil	6,5	120 ^a /	2058,40	-	-

^a/ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de fósforo aos 120 dias (época da colheita dos frutos).

lataram extração de 1,30 kg de fósforo/ha e 1,42 kg de fósforo/ha, por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente (semelhantes aos do presente trabalho).

5.2.3. Potássio

5.2.3.1. Concentração

Os valores de concentração de potássio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, estão expostos na Tabela 25 e o resumo da análise de variância na Tabela 7.

A concentração de potássio nos frutos foi afetada pela cultivar, idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto e cultivar x idade da planta. As médias dessas interações encontram-se nas Tabelas 26 e 27.

Verifica-se decréscimo nas concentrações de potássio de 1,67% e 1,64% em frutos jovens, para 0,94% e 0,89% em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente.

BATJER *et alii* (1952) observaram concentração de 0,84% de potássio em frutos maduros de macieiras 'Golden' com 28 a 30 anos. MARCELLE (1976) encontrou concentrações

Tabela 25. Concentração de potássio (%) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	1,63	1,70	1,65	1,70	1,59	1,65	1,65	1,69
40	1,42	1,42	1,51	1,46	1,38	1,33	1,38	1,43
60	1,21	1,19	1,19	1,24	1,21	1,20	1,20	1,28
80	1,04	1,02	1,02	1,04	0,97	1,05	0,98	1,02
100	1,02	0,98	0,99	0,96	0,92	0,90	0,92	0,94
120	0,95	0,93	0,92	0,94	0,86	0,85	0,91	0,92

Tabela 26. Médias das concentrações (%) de potássio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	1,67	1,45	1,21	1,03	0,99	0,94
Brasil	1,64	1,38	1,22	1,01	0,92	0,89

d.m.s. V dentro de C = 0,05; C dentro de V = 0,06
(Tukey 5%)

Tabela 27. Médias das concentrações (%) de potássio nos frutos resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	1,21	1,21	1,21	1,23
Brasil	1,16	1,16	1,17	1,21

d.m.s. V dentro de I = 0,03; I dentro de V = 0,04
(Tukey 5%)

de potássio de 1,91% e 1,88% em frutos maduros de duas cultivares Golden , verificando nos frutos jovens os teores de 0,75% e 0,71%, respectivamente. HIROCE *et alii* (1979) relataram concentrações de potássio de 0,81% e 0,80% em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', inferiores a aquelas do presente trabalho.

5.2.3.2. Acúmulo

As quantidades de potássio acumuladas por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento estão expostas na Tabela 28 e o resumo da análise de variância na Tabela 8. O acúmulo de potássio pelos frutos foi afetado pela idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta. As médias resultantes dessas interações encontram-se nas Tabelas 29, 30 e 31.

Os acúmulos de potássio por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' foram representados por equação de regressão linear para macieiras com 1,5 anos, equação quadrática para macieiras com 3,5 anos e equações cúbicas para macieiras com 4,5 e 6,5 anos. Macieiras 'Brasil' com 1,5 anos acumularam potássio segundo equação de regressão linear, sendo os acúmulos por plantas dessa cultivar com idades de 3,5; 4,5 e 6,5 anos representado por equações de regressão cúbica.

Os pontos de inflexão situaram-se entre 74 e 92 dias após o florescimento (Figuras 7 e 8; Tabela 32).

Os frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha), acumularam 29917,00 e 28452,00 mg de potássio, na época de colheita, correspondendo a 18,13 kg/ha e 17,24 kg/ha, respectivamente. BATJER *et alii* (1952), relataram extração de 56,60 kg/ha de potássio por frutos de macieiras 'Golden' de 28 a 30 anos. GREENHAM (1976), citando macieira 'Cox's Orange Pippin', descreveu extração de 33,70 kg de potássio/ha por frutos de plantas com 16 a 21 anos (produção média de 23,3 t de frutos/ha). Em outro local, frutos da mesma cultivar com 9 a 12 anos, extraíram 40 kg de potássio/ha (produção média de 28,8 t de frutos/ha). HIROCE *et alii* (1979), considerando uma produção estimada de 12 t/ha, relataram extração de 13,31 kg de potássio/ha e 13,82 kg de potássio/ha por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', quantidades estas inferiores em relação aquelas descritas no presente trabalho.

A relação média entre as extrações de potássio e nitrogênio pelos frutos observado por autores de outros países é de 2,3:1,0 enquanto que 1,9:1,0 é a relação verificada em trabalho de HIROCE *et alii* (1979) em frutos das macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil'.

Tabela 28. Acúmulo de potássio (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	28,04	166,07	233,20	280,65	26,44	164,66	191,47	262,29
40	262,67	1834,11	2596,34	3158,31	174,01	1779,61	2239,45	3051,11
60	268,24	3445,54	4488,77	6327,15	292,98	4278,41	5332,95	6899,88
80	586,54	7561,99	12333,55	14406,84	623,49	9224,01	10708,59	14676,53
100	981,70	12955,95	21022,10	22920,14	991,61	13623,98	18018,42	23154,54
120	1198,88	16620,96	23945,87	20721,60	1206,91	15370,61	21897,94	28224,44

Tabela 29. Média dos acúmulos (mg/planta) de potássio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)			
	20	40	60	80
Ohio Beauty	176,99	1962,86	3632,42	8722,23
Brasil	161,22	1811,05	4176,05	8808,15

d.m.s. V dentro de C = 647,98; C dentro de V = 948,45
(Tukey 5%)

Tabela 30. Médias dos acúmulos (mg/planta) de potássio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	554,34	7097,44	10769,97	12802,45
Brasil	552,58	7390,21	9731,47	12711,46

d.m.s. V dentro de I = 529,07; I dentro de V = 697,00
(Tukey 5%)

Tabela 31. Médias dos acúmulos (mg/planta) de potássio por frutos das duas cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	27,25	165,36	212,33	271,47
40	218,34	1806,87	2417,90	3104,71
60	280,61	3811,98	4910,86	6613,51
80	605,02	8393,00	11521,07	14541,68
100	986,66	13289,96	19520,26	23037,34
120	1202,89	15995,78	22921,90	28973,02

d.m.s. C dentro de I = 1341,31; I dentro de C = 1207,24
(Tukey 5%)

$$\begin{aligned}\hat{Y}_1 &= -278,6133 + 11,8994x & (R^2 = 95,0) \\ \hat{Y}_2 &= -692,3720 + 14,1120x + 1,1212x^2 & (R^2 = 95,0) \\ \hat{Y}_3 &= 7351,7740 - 541,2674x + 11,4975x^2 - 0,0484x^3 & (R^2 = 99,1) \\ \hat{Y}_4 &= 36,49,1741 - 293,8049x + 7,5291x^2 - 0,0271x^3 & (R^2 = 99,7)\end{aligned}$$

Figura 7 - Acúmulo de Potássio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de nacieira 'Ohio Beauty'.

$$\begin{aligned}\hat{Y}_1 &= -315,9899 + 12,4081x & (R^2 = 96,8) \\ \hat{Y}_2 &= 3487,9538 - 284,7378x + 6,9646x^2 - 0,0313x^3 & (R^2 = 99,6) \\ \hat{Y}_3 &= 3409,5143 - 276,0483x + 6,8548x^2 - 0,0271x^3 & (R^2 = 99,6) \\ \hat{Y}_4 &= 4380,0559 - 359,9391x + 9,1184x^2 - 0,0371x^3 & (R^2 = 99,7)\end{aligned}$$

Figura 8 - Acúmulo de Potássio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de nacieira 'Brasil'.

Tabela 32. Pontos estimados de máximo a/ e inflexão, de acúmulo de potássio (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	1,5	120	1149,30	-	-
Ohio Beauty	3,5	120	16811,00	97	11688,28
Ohio Beauty	4,5	120	24371,00	79	12579,75
Ohio Beauty	6,5	120	29917,00	92	19407,19
Brasil	1,5	120	1172,90	-	-
Brasil	3,5	120	15483,00	74	7889,38
Brasil	4,5	120	22140,00	84	12606,76
Brasil	6,5	120	28452,00	82	15749,41

a/ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de potássio aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

No presente trabalho a relação média encontrada para essas cultivares foi de 1,5:1,0 entre potássio e nitrogênio em frutos, por ocasião da colheita. Observa-se porém, que a relação 1,5:1,0 também foi encontrada em frutos da cultivar 'Culinária' no trabalho de HIROCE *et alii* (1979).

As diferenças devem-se, provavelmente, às características genéticas das cultivares e aos diferentes níveis de fertilidade dos solos onde estavam instaladas as macieiras.

5.2.4. Cálcio

5.2.4.1. Concentração

Os valores de concentração de cálcio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 33 e o resumo da análise de variância na Tabela 9.

A concentração de cálcio nos frutos foi afetada pela idade do fruto e com interações cultivar x idade do fruto e cultivar x idade do fruto x idade da planta. Verifica-se decréscimo nas concentrações de cálcio de 0,26% e 0,24% em frutos jovens para 0,05% e 0,05% em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente (médias de macieiras em 4 idades).

Tabela 33. Concentração de cálcio (%) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (I) em anos				Idade da planta (I) em anos			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,24	0,26	0,27	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24
40	0,14	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15	0,18
60	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,09
80	0,07	0,04	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
100	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
120	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04

d.m.s.
(Tukey 5%)

V dentro de C dentro de I = 0,02; C dentro de V dentro de I = 0,02;

I dentro de C dentro de V = 0,02.

BATJER *et alii* (1952) observaram 0,06% de cálcio em frutos maduros de macieiras 'Golden' com 28 a 30 anos de idade. MARCELLE (1976) relatou teores de 0,29%; 0,26% de cálcio em frutos jovens e 0,03% e 0,04% desse nutriente em frutos maduros de macieiras 'Golden Auvil Spur' e 'Golden Delicious'. HIROCE *et alii* (1979) descreveram 0,06% de cálcio em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', teores semelhantes aos deste trabalho.

5.2.4.2. Acúmulo

As quantidades de cálcio acumuladas por frutos (mg/planta) em diferentes estádios de desenvolvimento estão expostas na Tabela 34 e o resumo da análise de variância na Tabela 10. Observa-se que o acúmulo de cálcio pelos frutos foi afetado pela idade do fruto, pela idade da planta e com interações cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta e cultivar x idade do fruto x idade da planta. As médias dessas interações encontram-se na Tabela 34.

Os acúmulos de cálcio por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos e 'Brasil' com 3,5 e 6,5 anos, foram representados por equações de regressão linear. Em macieiras 'Brasil' com 4,5 anos uma equação de regressão quadrática ajustou-se significativamente aos acúmulos de cálcio pelos frutos (Figuras 9 e 10, Tabela 35).

Tabela 34. Acúmulo de cálcio (mg/planta nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (C) em dias	'Ohio Beauty' (V)				'Brasil' (V)			
	Idade da planta (I) em anos				Idade da planta (I) em anos			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	4,12	25,40	37,85	41,31	4,01	24,31	27,44	37,36
40	25,96	204,15	253,39	308,47	18,99	203,24	244,68	378,66
60	22,71	325,66	423,93	538,45	24,67	375,81	430,96	458,74
80	37,42	328,88	821,30	793,22	36,58	524,23	548,76	914,60
100	50,49	467,26	1018,14	1068,40	51,16	835,14	925,41	1166,91
120	58,36	618,65	1168,19	1497,96	59,01	854,21	1210,24	1314,33

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 165,47; C dentro de V dentro de I = 242,19
(Tukey 5%) I dentro de C dentro de V = 217,98.

Figura 9 - Acúmulo de Cálcio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.

Figura 10 - Acúmulo de Cálcio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 35. Pontos estimados de máximo ^{a/} acúmulo de cálcio (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo	
		x	y
Ohio Beauty	3,5	120	596,82
Ohio Beauty	4,5	120	1216,40
Ohio Beauty	6,5	120	1409,20
Brasil	3,5	120	916,65
Brasil	4,5	120	1206,60
Brasil	6,5	120	1369,20

a/

Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de cálcio aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

Frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha) por ocasião da colheita, extraíram 1409,20 mg e 1369,20 mg de cálcio/planta, correspondendo a 0,85 kg/ha e 0,83 kg/ha, respectivamente. BAT JER et alii (1952) descreveram extração 4,4 kg de cálcio/ha por frutos de macieiras 'Golden' com 28 e 30 anos. GREENHAM (1976) relatou extrações de 1,20 kg/ha por frutos de 'Cox' Orange Pippin' com 16 a 21 anos (produção média de 23,3 t/ha). Em outro local, frutos da mesma cultivar com 9 e 12 anos (produzindo em média 28,8 t/ha) extraíram 2 kg de cálcio/ha. HIROCE et alii (1979), segundo estimativa de produção de 12 t/ha, observaram a retirada de 0,98 kg de cálcio/ha e 1,03 kg de cálcio/ha por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente. Esses valores são próximos aqueles do presente trabalho.

5.2.5. Magnésio

5.2.5.1. Concentração

Os dados de concentração de magnésio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, acham-se na Tabela 36 e o resumo da análise de variância está exposto na Tabela 9.

Tabela 36. Concentração de magnésio (%) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,19	0,17	0,19	0,20	0,17	0,18	0,18	0,18
40	0,12	0,10	0,13	0,14	0,11	0,11	0,13	0,14
60	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,06	0,08	0,07
80	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05
100	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04
120	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03

A concentração de magnésio nos frutos foi afetada pela idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta. As médias dessas interações são apresentadas nas Tabelas 37, 38 e 39. As concentrações de magnésio foram de 0,18% em frutos jovens e 0,03% em frutos maduros das duas cultivares estudadas. BATJER *et alii* (1952) observaram 0,03% de magnésio em frutos maduros de macieiras 'Golden' com 28 a 30 anos de idade. MARCELLE (1976) encontrou 0,12% de magnésio em frutos jovens e 0,02% de magnésio em frutos maduros de duas cultivares Golden de macieira. HIROCE *et alii* (1979) descreveram 0,04% e 0,03% de magnésio em frutos maduros de 'Ohio Beauty' e 'Brasil', semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 37. Médias das concentrações (%) de magnésio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	0,18	0,12	0,08	0,04	0,03	0,03
Brasil	0,18	0,12	0,07	0,05	0,04	0,03

d.m.s. V dentro de C = 0,01; C dentro de V = 0,01.
(Tukey 5%)

Tabela 38. Médias das concentrações (%) de magnésio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	0,08	0,07	0,08	0,09
Brasil	0,08	0,08	0,08	0,08

d.m.s. V dentro de I = 0,006; I dentro de V = 0,008
(Tukey 5%)

Tabela 39. Médias das concentrações (%) de magnésio nos frutos das duas cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,18	0,17	0,18	0,19
40	0,11	0,11	0,13	0,14
60	0,09	0,07	0,08	0,07
80	0,05	0,05	0,04	0,04
100	0,03	0,04	0,04	0,03
120	0,03	0,03	0,03	0,03

d.m.s. C dentro de I = 0,01; I dentro de C = 0,01.
(Tukey 5%)

5.2.5.2. Acúmulo

As quantidades de magnésio acumulados por frutos (mg/planta) em diferentes estádios de desenvolvimento são apresentados na Tabela 40 e o resumo da análise de variância na Tabela 10. O acúmulo de magnésio pelos frutos foi afetado pela idade do fruto, pela idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta e idade do fruto x idade da planta. As médias resultantes dessas interações estão expostas nas Tabelas 41, 42 e 43.

Os frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, acumularam magnésio segundo equações de regressão linear. As equações de regressão foram de 3º, 1º e 2º graus para frutos de macieiras 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, respectivamente. Em macieiras 'Brasil' com 3,5 anos de idade ocorrem máximo acúmulo de magnésio pelos frutos, aos 103 dias após florescimento, e o ponto de inflexão aos 65 dias (Figuras 11 e 12 e Tabela 44).

Na época de colheita, frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t/ha) extraíram 906,65 e 887,39 mg de magnésio/planta correspondendo a 0,55 kg/ha e 0,54 kg/ha, respectivamente. BATJER *et alii* (1952) descreveram extração de 2,2 kg de magnésio/ha por frutos de macieiras 'Golden' com 28 a 30 anos. GREENHAM (1976) relatou extrações de 1,30 kg/ha por frutos de maciei-

Tabela 40. Acúmulo de magnésio (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	3,23	16,13	26,43	33,34	2,87	17,96	21,11	28,10
40	21,42	135,34	214,79	307,80	13,41	153,43	208,32	303,06
60	20,57	218,84	331,60	423,43	20,00	219,19	332,95	354,28
80	29,11	320,63	364,57	483,69	33,63	436,64	490,81	690,63
100	31,16	430,85	592,16	832,39	30,26	716,04	883,44	860,39
120	34,11	529,41	647,21	866,87	42,13	498,93	846,02	841,11

Tabela 41. Médias dos acúmulos (mg/planta) de magnésio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	19,78	169,84	248,61	299,50	471,64	519,40
Brasil	17,51	169,56	231,60	412,92	622,53	557,05

d.m.s. V dentro de C = 66,82; C dentro de V = 97,80
(Tukey 5%)

Tabela 42. Médias dos acúmulos (mg/planta) de magnésio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	23,27	275,20	362,79	491,25
Brasil	23,72	340,37	463,78	512,93

d.m.s. V dentro de I = 54,56; I dentro de V = 71,87.
(Tukey 5%)

Tabela 43. Médias dos acúmulos (mg/planta) de magnésio nos frutos das duas cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	3,05	17,04	23,77	30,72
40	17,42	144,38	211,55	305,43
60	20,28	219,02	332,27	388,86
80	31,37	378,63	427,69	587,16
100	30,71	573,44	737,80	846,39
120	38,12	514,17	746,61	853,99

d.m.s.

(Tukey 5%)

C dentro de I = 138,31; I dentro de C = 124,48

$\bar{Y}_1$ = Não significativo

$\bar{Y}_2 = -80,2758 + 5,0782x$ ($R^2 = 99,9$)

$\bar{Y}_3 = -64,1093 + 6,0986x$ ($R^2 = 96,6$)

$\bar{Y}_4 = -88,9113 + 8,2881x$ ($R^2 = 95,1$)

Figura 11 - Acúmulo de Magnésio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.

$\bar{Y}_1$ = Não significativo

$\bar{Y}_2 = 318,7033 - 23,4346x + 0,5436x^2 - 0,00278x^3$ ($R^2 = 93,4$)

$\bar{Y}_3 = -167,0012 + 9,0111x$ ($R^2 = 94,5$)

$\bar{Y}_4 = -260,5886 + 14,9079x - 0,0445x^2$ ($R^2 = 95,5$)

Figura 12 - Acúmulo de Magnésio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 44. Pontos estimados de máximo e inflexão, de acúmulo de magnésio (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120 ^{a/}	529,10	-	-
Ohio Beauty	4,5	120 ^{a/}	667,72	-	-
Ohio Beauty	6,5	120 ^{a/}	905,65	-	-
Brasil	3,5	103	632,16	65	329,81
Brasil	4,5	120 ^{a/}	914,32	-	-
Brasil	6,5	120 ^{a/}	887,39	-	-

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de magnésio aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

ras 'Cox's Orange Pippin' com 16 a 21 anos (produção de 23,3 t/ha). Em outro local, frutos da mesma cultivar com 9 a 12 anos, extraíram 2,20 kg de magnésio/ha (produção média de 28,8 t/ha). HIROCE *et alii* (1979), com produção estimada de 12 t/ha, observaram a retirada de 0,65 kg de magnésio/ha e

0,52 kg/ha de magnésio/ha por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', resultados estes semelhantes aqueles aqui encontrados.

5.2.6 Enxofre

5.2.6.1. Concentração

Os valores de concentração de enxofre nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, estão apresentados na Tabela 45 e o resumo da análise de variância na Tabela 9.

A concentração de enxofre nos frutos foi afetada pela cultivar, idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto e idade do fruto x idade da planta. Os valores médios dessas interações encontram-se nas Tabelas 46 e 47.

Os frutos jovens apresentaram concentrações de 0,21% e 0,18% de enxofre em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil'. Frutos maduros dessas cultivares apresentaram 0,04% e 0,06% de enxofre, respectivamente, concentrações semelhantes às encontradas por HIROCE *et alii* (1979), 0,04% e 0,05% de enxofre em frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil'.

Tabela 45. Concentração de enxofre (%) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,18	0,17	0,19	0,18
40	0,18	0,17	0,18	0,20	0,16	0,12	0,15	0,15
60	0,13	0,12	0,11	0,12	0,14	0,10	0,10	0,10
80	0,09	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,07	0,09
100	0,07	0,05	0,04	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07
120	0,04	0,05	0,05	0,04	0,08	0,05	0,07	0,06

Tabela 46. Médias das concentrações (%) de enxofre nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	0,21	0,18	0,12	0,08	0,05	0,04
Brasil	0,18	0,14	0,11	0,08	0,07	0,06
d.m.s. (Tukey 5%)	V dentro de C = 0,01; C dentro de V = 0,02.					

Tabela 47. Médias das concentrações (%) de enxofre nos frutos das duas cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,19	0,19	0,21	0,17
40	0,14	0,17	0,18	0,14
60	0,11	0,11	0,11	0,08
80	0,08	0,07	0,09	0,07
100	0,06	0,06	0,06	0,06
120	0,06	0,05	0,06	0,05
d.m.s. (Tukey 5%)	C dentro de I = 0,02; I dentro de C = 0,02.			

5.2.6.2. Acúmulo

Os acúmulos de enxofre por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 48 e o resumo da análise de variância na Tabela 10. As quantidades de enxofre acumuladas pelos frutos foram afetadas pela cultivar, idade do fruto, idade da planta e, com interações cultivar x idade do fruto e idade do fruto x idade da planta. As médias resultantes dessas interações encontram-se nas Tabelas 49 e 50.

Os acúmulos de enxofre pelos frutos de macieiras 'Ohio Beauty' foram representados por equações de regressão do 1º grau para plantas com 3,5; 4,5 anos e equação de 3º grau para plantas com 6,5 anos. Frutos de macieiras 'Brasil' acumularam enxofre segundo equações de 3º, 1º e 3º grau para plantas com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, respectivamente (Figuras 13 e 14).

Nos casos de regressão de 3º grau as quantidades máximas de enxofre acumuladas pelos frutos ocorreram entre 103 e 114 dias após florescimento, estando os pontos de inflexão situados entre 59 e 68 dias (Tabela 51).

Frutos maduros de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha) acumularam 1199,50 e 1775,30 mg de enxofre/planta, correspondendo a 0,73 kg/ha e 1,08 kg/ha, respectivamente.

Tabela 48. Acúmulo de enxofre (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	3,52	20,54	31,70	36,10	3,04	17,19	21,85	28,47
40	34,62	214,95	319,58	430,60	19,72	156,30	240,38	323,80
60	39,90	338,76	431,49	628,17	33,69	339,10	429,58	568,69
80	53,70	509,44	876,26	1137,41	49,31	790,68	799,90	1379,02
100	64,84	636,35	961,08	1429,38	77,76	127,68	1372,96	1660,75
120	53,62	837,05	1374,73	1174,48	107,01	981,81	1564,59	1778,95

Tabela 49. Médias dos acúmulos (mg/planta) de enxofre nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade dos frutos (dias)				
	20	40	60	80	100
Ohio Beauty	22,97	249,94	357,08	644,20	772,91
Brasil	17,64	185,05	342,77	754,73	1059,79
d.m.s. (Tukey 5%)	V dentro de C = 122,15; C dentro de V = 178,80.				

Tabela 50. Médias dos acúmulos (mg/planta) de enxofre nos fru
tos das duas cultivares, resultantes da interação
idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	3,28	18,87	26,78	32,29
40	27,17	185,63	279,98	377,20
60	31,80	338,93	430,54	598,43
80	51,51	650,06	838,08	1258,21
100	71,30	882,02	1167,03	1545,07
120	80,32	909,43	1469,66	1476,71

d.m.s.

(Tukey 5%)

C dentro de I = 252,86; I dentro de C = 227,58

Figura 13 - Acúmulo de Enxofre pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.

Figura 14 - Acúmulo de Enxofre pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 51. Pontos estimados de máximo e inflexão, de acúmulo de enxofre (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x), do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120 ^{a/}	820,28	-	-
Ohio Beauty	4,5	120 ^{a/}	1314,60	-	-
Ohio Beauty	6,5	103	1368,22	59	713,50
Brasil	3,5	107	1099,80	67	554,28
Brasil	4,5	120 ^{a/}	1558,13	-	-
Brasil	6,5	114	1800,97	68	924,50

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de enxofre aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

HIROCE *et alii* (1979), considerando produção de 12 t/ha, descreveram extração pelos frutos, de 0,65 kg de enxofre/ha e 0,92 kg de enxofre/ha, relativa às macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente. Os dados apresentados neste trabalho são semelhantes, portanto aos de HIROCE *et alii* (1979).

5.2.7. Boro

5.2.7.1. Concentração

Os valores de concentração de boro nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 52 e o resumo da análise de variância na Tabela 11.

Observou-se efeito da cultivar, idade do fruto e de interações cultivar x idade do fruto, idade do fruto x idade da planta, cultivar x idade do fruto x idade da planta, sobre a concentração de boro nos frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil'. As médias representativas da interação cultivar x idade do fruto x idade da planta estão expostas na Tabela 52. As concentrações de boro nos frutos decresceram de 74 ppm e 78 ppm (média de 4 idades) em frutos jovens para 16 ppm e 23 ppm em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente. CHILDERS (1966) relatou que frutos maduros contêm mais de 8 ppm de boro, podendo atingir

mais de 30 ppm. Observou ainda que maçãs mostrando sintomas de deficiência revelaram 2 a 10 ppm de boro.

HIROCE *et alii* (1979) observaram concentrações de 3 ppm, 7 ppm e 13 ppm de boro em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty', 'Brasil' e 'Culinária', resultados inferiores aqueles encontrados no presente trabalho.

Tabela 52. Concentração de boro (ppm) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias) (C)	'Ohio Beauty' (V)				'Brasil' (V)			
	Idade da planta (I) em anos				Idade da planta (I) em anos			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	73	75	72	77	78	81	80	74
40	53	55	55	53	38	39	38	45
60	39	34	33	35	28	22	24	28
80	23	23	25	23	23	24	25	24
100	16	15	17	15	20	23	24	22
120	16	16	17	16	23	23	22	22

d.m.s.

(Tukey 5%)

V dentro de C dentro de I = 5;

C dentro de V dentro de I = 7;

I dentro de C dentro de V = 6.

5.2.7.2. Acúmulo

Os acúmulos de boro por planta em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 53 e o resumo da análise de variância na Tabela 12. As quantidades de boro acumuladas pelos frutos foram afetadas pela cultivar, idade do fruto, idade da planta, com interações duplas entre essas variáveis e também com a interação cultivar x idade do fruto x idade da planta. Os valores representativos dessa interação tripla situam-se na Tabela 53.

Os acúmulos de boro por frutos de 'Ohio Beauty' com 3,5 e 6,5 anos foram representados por equações de regressão linear, enquanto uma equação cúbica representou o acúmulo em plantas com 4,5 anos (Figura 15).

Os acúmulos de boro por frutos de macieiras 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, foram representados por equações de regressão cúbica (Figura 16).

Os pontos de inflexão ocorreram entre 72 e 86 dias após florescimento (Tabela 54).

Frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha), por ocasião da colheita, extraíram 48,16 e 67,22 mg de boro/planta correspondendo a 29,18 g de boro/ha e 40,74 g de boro/ha, respectivamente.

Tabela 53. Acúmulos de boro (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,13	0,73	1,01	1,25	0,13	0,81	0,93	1,14
40	0,97	7,04	9,43	11,44	0,47	5,22	6,19	9,64
60	0,86	9,63	12,42	17,90	0,67	7,75	10,77	14,91
80	1,32	16,71	30,42	31,69	1,46	20,59	27,22	33,93
100	1,53	20,23	36,60	35,61	2,20	34,32	45,93	54,20
120	2,01	27,54	43,74	49,89	3,13	40,81	52,43	66,41

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 4,28; C dentro de V dentro de I = 6,26;
(Tukey 5%) I dentro de C dentro de V = 5,63.

Figura 15 - Acúmulo de Boro pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.

Figura 16 - Acúmulo de Boro pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 54. Pontos estimados de máximo ^{a/} e inflexão, de acúmulo de boro (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120	26,55	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	43,67	72	22,89
Ohio Beauty	6,5	120	48,16	-	-
Brasil	3,5	120	41,45	83	22,84
Brasil	4,5	120	53,33	79	27,93
Brasil	6,5	120	67,62	86	40,15

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de boro aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

TROCMÉ e GRAS (1966), citando TROCMÉ (1959) relataram extração de 2 g de boro/t de frutos. HIROCE *et alii* estimando produção de 12 t/ha, descreveram extrações de 4,80 g de boro/ha e 12,00 g de boro/ha por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente. Esses valores são inferiores aqueles encontrados no presente trabalho.

5.2.8. Cobre

5.2.8.1. Concentração

Os valores de concentração de cobre nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, são apresentados na Tabela 55, e o resumo da análise de variância na Tabela 11.

Nota-se que a concentração de cobre no fruto foi afetada pela idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto e cultivar x idade da planta. As médias das concentrações resultantes dessas interações encontram-se nas Tabelas 56 e 57.

Observa-se que as concentrações de cobre nos frutos jovens foi de 26,3 ppm e 23,6 ppm e nos frutos maduros de 5,7 ppm e 7,3 ppm em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' respectivamente.

HIROCE *et alii* (1979) observaram em frutos maduros de 'Ohio Beauty', 'Brasil' e 'Culinária', concentrações de 5,2; 7,7 e 4,7 ppm de cobre, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Tabela 55. Concentração de cobre (ppm) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	26,5	27,5	25,5	25,8	23,8	24,0	23,5	23,0
40	17,5	21,0	16,0	16,5	17,3	19,5	20,3	21,0
60	12,0	13,3	11,5	12,3	9,0	8,8	9,8	8,5
80	7,0	6,3	7,0	6,0	9,0	8,5	9,5	8,5
100	6,0	6,8	6,0	5,3	8,3	8,0	7,8	6,5
120	5,3	6,0	6,0	5,5	6,5	7,5	7,8	7,5

Tabela 56. Médias das concentrações (ppm) de cobre nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	26,3	17,8	12,3	6,7	6,0	5,7
Brasil	23,6	19,5	9,0	8,9	8,0	7,3
d.m.s.	V dentro de C = 0,9; C dentro de V = 1,4. (Tukey 5%)					

Tabela 57. Médias das concentrações (ppm) de cobre nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	12,4	13,5	12,0	11,9
Brasil	12,3	12,7	13,1	12,7
d.m.s.	V dentro de I = 0,8; I dentro de V = 1,0. (Tukey 5%)			

5.2.8.2. Acúmulo

Os acúmulos de cobre nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 58 e o resumo da análise de variância na Tabela 12. Observa-se efeito da cultivar, idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta, ocorrendo também efeito da interação tripla cultivar x idade do fruto x idade da planta, no acúmulo de cobre pelos frutos das macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil'. Os valores representativos da interação tripla estão expressos na Tabela 58.

O acúmulo de cobre por frutos de 'Ohio Beauty' foi representado por equação de regressão linear para plantas com 3,5 anos e por equações de regressão quadrática para plantas com 4,5 e 6,5 anos. O acúmulo de cobre por frutos de 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade foi representado por equações de regressão cúbica, quadrática e cúbica, respectivamente (Figuras 17 e 18). Os pontos de inflexão ocorreram entre 78 e 86 dias após florescimento (Tabela 59). As extrações de cobre por frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha) foram 17,04 e 23,32 mg/planta correspondendo a 10,32 g/ha e 14,13 g/ha respectivamente.

Tabela 58. Acúmulo de cobre (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,05	0,27	0,36	0,42	0,04	0,27	0,27	0,36
40	0,32	2,71	2,75	3,55	0,22	2,59	3,30	4,48
60	0,27	3,81	4,36	6,27	0,22	3,07	4,33	4,62
80	0,40	4,57	8,53	8,27	0,58	7,48	10,39	12,30
100	0,57	8,91	12,85	12,47	0,91	12,17	15,57	19,07
120	0,67	10,69	15,71	17,36	0,91	13,49	18,72	22,94

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 1,93; C dentro de V dentro de I = 2,83;
(Tukey 5%) I dentro de C dentro de V = 2,54.

$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= \text{N\~ao significativo} \\ \hat{Y}_2 &= -1,9891 + 0,1021x \quad (R^2 = 95,1) \\ \hat{Y}_3 &= -1,4928 + 0,0763x + 0,000590x^2 \quad (R^2 = 99,1) \\ \hat{Y}_4 &= -0,8267 + 0,0698x + 0,000659x^2 \quad (R^2 = 99,2) \end{aligned}$$

Figura 17 - Acúmulo de Cobre pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de nacieira 'Ohio Beauty'.

$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= \text{N\~ao significativo} \\ \hat{Y}_2 &= 2,8313 - 0,2026x + 0,00502x^2 - 0,0000214x^3 \quad (R^2 = 97,6) \\ \hat{Y}_3 &= 2,2928 - 0,1768x + 0,00511x^2 - 0,0000207x^3 \quad (R^2 = 98,6) \\ \hat{Y}_4 &= 3,0540 - 0,2156x + 0,00597x^2 - 0,0000231x^3 \quad (R^2 = 97,7) \end{aligned}$$

Figura 18 - Acúmulo de Cobre pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de nacieira 'Brasil'.

Tabela 59. Pontos estimados de máximo ^{a/} e inflexão, de acúmulo de cobre (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120	10,27	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	16,16	-	-
Ohio Beauty	6,5	120	17,04	-	-
Brasil	3,5	120	13,79	78	7,43
Brasil	4,5	120	19,44	-	-
Brasil	6,5	120	23,32	86	14,10

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de cobre aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

TROCMÉ e GRAS (1966), relataram extração de 1,2 g de cobre/t de frutos. HIROCE *et alii* (1979), para produção estimada 12 t frutos/ha relataram extração de 8,40 mg de cobre/ha e 13,20 mg de cobre/ha por frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente, resultados semelhantes aos deste trabalho.

5.2.9. Ferro

5.2.9.1. Concentração

Os valores de concentração de ferro nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 60 e o resumo da análise de variância na Tabela 11.

A concentração de ferro nos frutos foi afetada pela idade do fruto e com a interação cultivar x idade do fruto x idade da planta. As médias representativas dessa interação acham-se na Tabela 60.

Macieiras 'Ohio Beauty' apresentaram concentrações de 160 ppm de ferro em frutos jovens e 52 ppm de ferro em frutos maduros (médias de 4 idades). Macieiras 'Brasil' mostraram frutos jovens com 156 ppm de ferro e frutos maduros com 56 ppm de ferro (médias de 4 idades).

HIROCE *et alii* (1979) relataram concentrações de 53 ppm de ferro e 64 ppm de ferro em frutos maduros das macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', resultados concordantes com os do presente trabalho.

Tabela 60. Concentração de ferro (ppm) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	145	154	183	156	149	165	149	161
40	77	73	79	75	70	66	73	69
60	61	50	51	49	50	48	50	53
80	35	36	35	39	36	36	35	37
100	52	54	61	55	49	51	52	50
120	53	50	48	58	56	57	58	53

d.m.s.
(Tukey 5%)

V dentro de C dentro de I = 15;

C dentro de V dentro de I = 21;

I dentro de C dentro de V = 19.

5.2.9.2. Acúmulo

As quantidades de ferro acumuladas por frutos (mg/planta) em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 61 e o resumo da análise de variância na Tabela 12. Verifica-se que as quantidades de ferro acumuladas pelos frutos foram afetadas pela idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta, cultivar x idade do fruto x idade da planta. Os valores relativos a interação tripla ocorrida (V x C x I) encontram-se na Tabela 61.

Frutos de 'Ohio Beauty' acumularam ferro segundo equações de 2º grau em macieiras com 3,5 e 6,5 anos e segundo equação de 3º grau, em macieiras com 4,5 anos, ocorrendo o ponto de inflexão aos 81 dias após florescimento (Figuras 19 e 20; Tabela 62).

Frutos de macieira 'Brasil' acumularam ferro segundo equações de 2º grau, em macieiras com 3,5; 4,5 e 6,5 anos (Tabela 62).

Em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha) os acúmulos de ferro nos frutos maduros foram de 186,12 e 167,21 mg/planta, correspondendo a 112,79 g/ha e 101,33 g/ha, respectivamente.

Tabela 61. Acúmulo de ferro (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,25	1,54	2,58	2,56	0,25	1,64	1,72	2,48
40	1,40	9,36	13,60	16,06	0,88	8,84	11,87	14,66
60	1,37	14,55	19,34	24,96	1,19	16,57	22,34	28,74
80	2,05	26,73	42,20	54,00	2,24	31,58	38,74	53,65
100	5,06	71,17	129,09	130,50	5,33	76,53	101,38	123,74
120	6,70	89,55	125,43	181,63	7,76	102,93	140,27	161,74

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 10,24; C dentro de V dentro de I = 14,99;
(Tukey 5%) I dentro de C dentro de C = 13,49.

$\hat{Y}_1$ = Não significativo
 $\hat{Y}_2 = 6,6767 - 0,4000x + 0,0093643x^2$ ($R^2 = 96,7$)
 $\hat{Y}_3 = 65,5300 - 4,3572x + 0,080646x^2 - 0,00033x^3$ ($R^2 = 91,9$)
 $\hat{Y}_4 = 17,9431 - 1,0550x + 0,02047x^2$ ($R^2 = 98,9$)

Figura 19 - Acúmulo de Ferro pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.

$\hat{Y}_1$ = Não significativo
 $\hat{Y}_2 = 8,0455 - 0,4956x + 0,01093x^2$ ($R^2 = 98,3$)
 $\hat{Y}_3 = 13,6831 - 0,8057x + 0,01573x^2$ ($R^2 = 98,1$)
 $\hat{Y}_4 = 8,1770 - 0,5665x + 0,015765x^2$ ($R^2 = 98,2$)

Figura 20 - Acúmulo de Ferro pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 62. Pontos estimados de máximo ^{a/} e inflexão, de acúmulo de ferro (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120	93,52	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	132,64	81	66,68
Ohio Beauty	6,5	120	186,12	-	-
Brasil	3,5	120	106,01	-	-
Brasil	4,5	120	143,53	-	-
Brasil	6,5	120	167,22	-	-

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo, ultrapassaram a época de colheita, razão pela qual são citados os acúmulos de ferro aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

TROCMÉ e GRAS (1966), citando TROCMÉ (1959) relataram extração de 3 g de ferro/t de maçãs. HIROCE *et alii* (1979), para uma produção estimada de 12 t/ha observaram a extração de 86,40 g de ferro/ha e 110,40 g de ferro/ha por fru-

tos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente. Esses valores são próximos aos encontrados no presente trabalho.

5.2.10. Manganês

5.2.10.1. Concentração

Os valores de concentração de manganês nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 63 e o resumo da análise de variância na Tabela 11.

A concentração de manganês nos frutos foi afetada pela cultivar, idade do fruto, com interações cultivar x idade do fruto e a interação tripla cultivar x idade do fruto x idade da planta (Tabela 63).

Frutos jovens e maduros de macieiras 'Ohio Beauty' revelaram concentrações de manganês de 21 ppm e 4 ppm, respectivamente (médias de 4 idades). Frutos jovens e maduros de 'Brasil' revelaram concentrações de manganês de 25 ppm e 6 ppm, respectivamente (médias de 4 idades).

· WILKINSON e PERRING (1964) relataram não ocorrer mudança na concentração de manganês em frutos de macieiras 'Cox's Orange Pippin', nos últimos 45 dias de maturação

do fruto, o que também foi observado neste trabalho. WILKINSON e PERRING (1964) citaram ainda que no período considerado as concentrações de manganês nos frutos foram de 3 a 4 ppm, concentrações essas semelhantes aquelas do presente trabalho. HIROCE *et alii* (1979), descreveram que frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' apresentavam 5 ppm e 4 ppm de manganês, valores semelhantes aos deste trabalho.

Tabela 63. Concentração de manganês (ppm) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	22	19	22	21	24	28	25	24
40	14	14	13	14	15	15	13	14
60	10	9	8	9	11	10	11	9
80	4	5	4	5	5	6	7	6
100	5	4	4	4	5	4	5	5
120	4	4	4	4	6	5	5	6

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 3;
 (Tukey 5%) C dentro de V dentro de I = 4;
 I dentro de C dentro de V = 4.

5.2.10.2. Acúmulo

As quantidades de manganês acumuladas por frutos (mg/planta) em diferentes estádios de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 64 e o resumo da análise de variância na Tabela 12. Os acúmulos de manganês nos frutos foram afetados pela cultivar, idade do fruto, idade da planta, e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta (Tabelas 65, 66 e 67).

Os frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5; 6,5 anos e macieiras 'Brasil' com 3,5 e 4,5 anos, acumularam manganês segundo equações de regressão linear enquanto que frutos de macieiras 'Brasil' com 6,5 anos acumularam manganês segundo equação de regressão quadrática (Figuras 21 e 22; Tabela 68). Na época de colheita, frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha) extraíram 11,95 e 17,27 mg de manganês/planta correspondendo a 7,24 g/ha e 10,47 g/ha, respectivamente.

TROCMÉ e GRAS (1966) citando TROCMÉ (1959) relataram a extração de 0,50 g de manganês/t de frutos. HIROCE *et alii* (1979), considerando uma produção de 12 t/ha, descreveram extrações de 8,4 g de manganês/ha e 7,2 g de manganês/ha por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', valores relativamente próximos aos encontrados neste trabalho.

Tabela 64. Acúmulo de manganês (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,04	0,18	0,31	0,34	0,04	0,28	0,29	0,37
40	0,26	1,83	2,24	3,08	0,18	1,94	2,12	3,04
60	0,21	2,68	3,14	4,35	0,27	3,48	4,76	4,82
80	0,23	3,53	4,53	7,24	0,31	4,82	7,39	8,67
100	0,50	5,70	8,05	10,09	0,53	6,49	9,80	11,67
120	0,50	6,30	9,64	11,78	0,77	9,15	12,08	17,65

Tabela 65. Médias dos acúmulos (mg/planta) de manganês nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	0,22	1,85	2,60	3,88	6,08	7,06
Brasil	0,24	1,82	3,33	5,30	7,12	9,91
d.m.s. (Tukey 5%)	V dentro de C = 0,93; C dentro de V = 1,36.					

Tabela 66. Médias dos acúmulos (mg/planta) de manganês nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	0,29	3,37	4,65	6,15
Brasil	0,35	4,36	6,07	7,71
d.m.s. (Tukey 5%)	V dentro de I = 0,76; I dentro de V = 1,00.			

Tabela 67. Médias dos acúmulos (mg/planta) de manganês nos frutos das duas cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,04	0,23	0,30	0,36
40	0,22	1,88	2,18	3,06
60	0,24	3,08	3,95	4,59
80	0,27	4,18	5,96	7,95
100	0,51	6,10	8,92	10,88
120	0,64	7,73	10,86	14,72

d.m.s.
(Tukey 5%)

C dentro de I = 1,93;
I dentro de C = 1,74.

Figura 21 - Acúmulo de Manganês pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.

Figura 22 - Acúmulo de Manganês pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 68. Pontos estimados de máximo ^{a/} acúmulo de manganês (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo	
		x	y
Ohio Beauty	3,5	120	6,45
Ohio Beauty	4,5	120	9,32
Ohio Beauty	6,5	120	11,95
Brasil	3,5	120	8,60
Brasil	4,5	120	12,12
Brasil	6,5	120	17,27

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de manganês aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

5.2.11. Zinco

5.2.11.1. Concentração

Os valores de concentração de zinco nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento estão situados na Tabela 69 e a análise de variância na Tabela 11.

A concentração de zinco nos frutos foi afetada pela cultivar, idade do fruto e com interação cultivar x idade do fruto. As médias representativas desta interação encontram-se na Tabela 70.

As concentrações de zinco foram de 20,9 ppm e 20,5 ppm em frutos jovens e 3,3 e 5,3 ppm em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente.

HIROCE *et alii* (1979) descreveram as concentrações de 1,7 ppm e 1,1 ppm de zinco em frutos maduros de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', valores estes inferiores aos do presente trabalho.

Tabela 69. Concentração de zinco (ppm) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	21,3	21,0	21,0	20,3	20,5	21,0	20,0	20,5
40	14,5	15,5	15,8	14,3	14,0	14,8	15,8	15,8
60	7,8	7,5	7,3	6,8	7,0	6,5	6,8	7,3
80	3,8	3,5	3,3	3,8	5,3	5,0	5,8	5,0
100	2,8	2,8	3,3	4,0	5,8	4,8	4,8	6,0
120	3,0	3,3	3,0	4,0	6,0	5,5	4,5	5,0

Tabela 70. Médias das concentrações (ppm) de zinco nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	20,9	15,0	7,3	3,6	3,2	3,3
Brasil	20,5	15,0	6,9	5,2	5,3	5,3

d.m.s.
(Tukey 5%) V dentro de C = 1,0; C dentro de V = 1,5.

5.2.11.2. Acúmulo

Os valores de acúmulo de zinco por frutos (mg/planta) em diferentes estádios de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 71 e o resumo da análise de variância na Tabela 12. Os acúmulos de zinco por frutos foram afetados pela cultivar, idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta e idade do fruto x idade da planta (Tabelas 72, 73 e 74).

Os frutos de 'Ohio Beauty' acumularam zinco segundo equações de regressão linear em plantas com 3,5 e 4,5 anos, sendo que o acúmulo de zinco por frutos de 'Ohio Beauty' com 6,5 anos adequou-se à uma equação quadrática. Os frutos de 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos acumularam zinco segundo equações de regressão quadrática, linear e cúbica, respectivamente, ocorrendo ponto de inflexão aos 82 dias após florescimento (Figuras 23 e 24; Tabela 75).

Frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t de frutos/ha) extraíram 12,63 e 16,04 mg de zinco/planta correspondendo à 7,65 g/ha e 9,72 g/ha, respectivamente.

TROCMÉ e GRAS (1966) citando TROCMÉ (1959), relataram a extração de 1 g de zinco/t de maçãs. HIROCE *et alii* (1979) considerando uma produção estimada de 12 t/ha, citaram

extrações de 2,4 g de zinco/ha por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', quantidades estas inferiores aquelas do presente trabalho.

Tabela 71. Acúmulo de zinco (mg/fruto) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,04	0,20	0,30	0,33	0,03	0,21	0,23	0,32
40	0,27	1,99	2,71	3,08	0,18	1,97	2,57	3,35
60	0,17	2,18	2,74	3,47	0,17	2,27	2,98	3,92
80	0,22	2,60	3,96	5,14	0,34	4,37	6,32	7,16
100	0,27	3,73	6,83	9,47	0,62	7,20	9,30	14,76
120	0,37	5,89	7,89	12,63	0,83	9,87	10,87	15,41

Tabela 72. Médias dos acúmulos (mg/planta) de zinco nos frutos resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C).

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	0,22	2,01	2,14	2,98	5,08	6,70
Brasil	0,20	2,01	2,34	4,55	7,97	9,25
d.m.s. (Tukey 5%)	V dentro de C = 0,83; C dentro de V = 1,21.					

Tabela 73. Médias dos acúmulos (mg/planta) de zinco nos frutos resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I).

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	0,22	2,77	4,07	5,69
Brasil	0,36	4,32	5,38	7,49
d.m.s. (Tukey 5%)	V dentro de I = 0,67; I dentro de V = 0,89.			

Tabela 74. Médias dos acúmulos (mg/planta) de zinco nos frutos, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I).

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,04	0,21	0,26	0,32
40	0,22	1,98	2,64	3,22
60	0,17	2,23	2,86	3,69
80	0,28	3,48	5,14	6,15
100	0,45	5,47	8,07	12,11
120	0,60	7,88	9,38	14,02

d.m.s.
(Tukey 5%)

C dentro de I = 1,71; I dentro de C = 1,54.

Y₁ = Não significativo

Y₂ = -0,6411 + 0,0487x (R² = 90,9)

Y₃ = -0,3198 + 0,0449x (R² = 94,7)

Y₄ = 0,4249 + 0,0635x + 0,000795x² (R² = 97,5)

Figura 23 - Acúmulo de Zinco pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de raieira 'Ohio Beauty'.

Y₁ = Não significativo

Y₂ = 0,1524 + 0,00276x + 0,000655x² (R² = 98,8)

Y₃ = -2,2935 + 0,1096x (R² = 97,2)

Y₄ = 2,9485 - 0,1947x + 0,00494x² - 0,000020x³ (R² = 94,9)

Figura 23 - Acúmulo de Zinco pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de raieira 'Brasil'.

Tabela 75. Pontos estimados de máximo ^{a/} e inflexão, de acúmulo de zinco (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120	5,20	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	7,75	-	-
Ohio Beauty	6,5	120	12,63	-	-
Brasil	3,5	120	9,91	-	-
Brasil	4,5	120	10,86	-	-
Brasil	6,5	120	16,04	82	9,10

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de zinco aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

5.3. Extração de nutrientes pelos frutos

Na Tabela 76 estão expostas as produções de frutos por macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil', com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos.

As produções de frutos por macieiras com 1,5 anos foram muito baixas, sendo inclusive comum na prática o desbaste total dos frutos jovens visando proporcionar melhor crescimento dos outros órgãos da planta. Somente houve significância no acúmulo de matéria seca e potássio por frutos de macieiras com 1,5 anos, razão pela qual não serão apresentados esses resultados.

As quantidades de matéria seca e nutrientes nas épocas de máximo acúmulo e de maior velocidade de acumulação (inflexão) por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, encontram-se expostas nas Tabelas 77, 78, 79 e 80.

A extração de macronutrientes pelos frutos, em ordem decrescente, foi: K, N, P, S, Ca, Mg sendo que a extração de cálcio foi pouco superior em relação à extração de enxofre em frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 6,5 anos.

GREENHAM (1976) relatou ordem de extração semelhante à encontrada no presente trabalho (não citando porém a extração de enxofre por frutos).

Tabela 76. Produção de frutos por macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos (média de 4 repetições).

Cultivar	Idade da planta (anos)	quantidade de matéria seca/ fruto aos 120 dias (g/fruto)	peso de 1 fruto (g) ^a	nº médio de frutos por planta	kg de frutos por planta	t de frutos por ha ^b
Ohio Beauty	1,5	11,85	79,00	10	0,79	0,48
Ohio Beauty	3,5	25,68	171,20	69	11,81	7,16
Ohio Beauty	4,5	27,27	181,80	95	17,27	10,47
Ohio Beauty	6,5	26,78	178,53	118	21,07	12,77
Brasil	1,5	13,71	91,40	10	0,91	0,55
Brasil	3,5	28,19	187,93	63	11,83	7,17
Brasil	4,5	32,26	215,06	74	15,91	9,64
Brasil	6,5	32,22	214,80	95	20,41	12,37

^a/ Verificou-se 85% de matéria fresca por fruto na época da colheita (média de 20 frutos)

^b/ Calculado em função de 606 plantas.

Tabela 77. Quantidades de macronutrientes acumulados e matéria seca produzida por frutos de nacieiras 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, nas épocas de máximo acúmulo pelo fruto (dias entre parênteses) e de maior velocidade de acumulação (inflexão).

	'Ohio Beauty' com 3,5 anos				'Ohio Beauty' com 4,5 anos				'Ohio Beauty' com 6,5 anos			
	Máximo		Inflexão		Máximo		Inflexão		Máximo		Inflexão	
	g/planta	kg/ha ^a /	g/planta	kg/ha ^a /	g/planta	kg/ha ^a /	g/planta	kg/ha ^a /	g/planta	kg/ha ^a /	g/planta	kg/ha ^a /
Nitrogênio	11,62 (120)	7,04	-	-	17,80 (120)	10,79	-	-	20,40 (120)	12,36	-	-
Fósforo	1,55 (120)	0,94	0,81 (73)	0,49	1,82 (115)	1,10	0,96 (70)	0,58	2,80 (120)	1,70	-	-
Potássio	16,81 (120)	10,19	11,69 (97)	7,08	24,37 (120)	14,77	12,58 (79)	7,62	29,92 (120)	18,13	19,41 (92)	11,76
Cálcio	0,60 (120)	0,36	-	-	1,22 (120)	0,74	-	-	1,41 (120)	0,85	-	-
Magnésio	0,53 (120)	0,32	-	-	0,67 (120)	0,41	-	-	0,91 (120)	0,55	-	-
Enxofre	0,82 (120)	0,50	-	-	1,31 (120)	0,79	-	-	1,37 (103)	0,83	0,71 (59)	0,43
Matéria seca	1802,40 (120)	1092,25	1353,23 (103)	820,06	2638,90 (120)	1599,17	1405,80 (84)	851,91	3180,40 (120)	1927,32	2092,42 (95)	1268,00

^a/ Calculado em função de 606 plantas.

Tabela 78. Quantidades de micronutrientes acumulados por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, nas épocas de máximo acúmulo pelo fruto (dias entre parênteses) e de maior velocidade de acumulação (inflexão).

	'Ohio Beauty' com 3,5 anos		'Ohio Beauty' com 4,5 anos		'Ohio Beauty' com 6,5 anos	
	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão
	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}
Boro	26,55 (120)	16,09 -	43,67 (120)	26,46 22,89 (72)	13,87 48,16 (120)	29,18 -
Cobre	10,27 (120)	6,22 -	16,16 (120)	9,79 -	17,04 (120)	10,33 -
Ferro	93,52 (120)	56,67 -	132,64 (120)	80,38 66,68 (81)	40,41 186,12 (120)	112,79 -
Manganês	6,43 (120)	3,90 -	9,32 (120)	5,65 -	11,95 (120)	7,24 -
Molibdênio ^{b/}	0,12	0,07 -	0,15	0,09 -	0,12	0,07 -
Zinco	5,20 (120)	3,15 -	7,75 (120)	4,70 -	12,63 (120)	7,65 -

^{a/} Calculado em função de 606 plantas.

^{b/} As determinações de molibdênio foram realizadas somente em frutos por ocasião da colheita.

Tabela 79. Quantidades de macronutrientes acumulados e matéria seca produzida por frutos de macieiras 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, nas épocas de máximo acúmulo pelo fruto (dias entre parênteses) e de maior velocidade de acumulação (inflexão).

	'Brasil' com 3,5 anos			'Brasil' com 4,5 anos			'Brasil' com 6,5 anos		
	Máximo		Inflexão	Máximo		Inflexão	Máximo		Inflexão
	g/planta	kg/ha ³	g/planta	kg/ha ³	g/planta	kg/ha ³	g/planta	kg/ha ³	g/planta
Nitrogênio	11,94 (120)	7,24	-	-	15,87 (120)	9,62	-	20,41 (120)	12,37
Fósforo	1,29 (110)	0,78	0,66 (58)	0,40	1,86 (120)	1,13	0,96 (76)	2,06 (120)	1,25
Potássio	15,46 (120)	9,38	7,89 (74)	4,78	22,15 (120)	13,42	12,61 (84)	28,45 (120)	17,24
Cálcio	0,92 (120)	0,56	-	-	1,21 (120)	0,73	-	1,37 (120)	0,83
Magnésio	0,63 (103)	0,38	0,33 (65)	0,20	0,91 (120)	0,55	-	0,89 (120)	0,54
Enxofre	1,10 (107)	0,67	0,55 (67)	0,33	1,56 (120)	0,55	-	1,80 (114)	1,09
Matéria seca	1822,70 (120)	1104,56	958,03 (82)	580,57	2439,20 (120)	1478,16	1356,49 (86)	3094,10 (120)	1875,02

³/ Calculado em função de 606 plantas.

Tabela 80. Quantidades de micronutrientes acumulados por frutos de macieiras 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, nas épocas de máximo acúmulo pelo fruto (dias entre parênteses) e de maior velocidade de acumulação (inflexão).

	'Brasil' com 3,5 anos		'Brasil' com 4,5 anos		'Brasil' com 6,5 anos	
	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão
	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}	mg/planta g/ha ^{a/}
Boro	41,45 (120)	22,84 (83)	53,33 (120)	27,93 (120)	67,22 (120)	40,15 (86)
Cobre	13,79 (120)	7,43 (78)	19,44 (120)	-	23,32 (120)	14,10 (86)
Ferro	106,01 (120)	-	143,53 (120)	-	167,22 (120)	-
Manganês	8,60 (120)	-	12,12 (120)	-	17,27 (120)	-
Molibdênio ^{b/}	0,12	0,07	0,20	-	0,13	-
Zinco	9,91 (120)	-	10,86 (120)	-	16,04 (120)	9,10 (82)

^{a/} Calculado em função de 606 plantas.

^{b/} As determinações de molibdênio foram realizadas somente em frutos por ocasião da colheita.

A extração de micronutrientes pelos frutos, em ordem decrescente, foi: Fe, B, Cu, Mn, Zn, Mo, sendo que a extração de zinco foi pouco superior em relação à extração de manganês em frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 6,5 anos.

5.4. Acúmulo de matéria seca pelas folhas coletadas no flo rescimento

Os acúmulos de matéria seca (g/planta) por folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos (Tabela 81 e resumo da análise de variância na Tabela 82), foram afetados pela cultivar, pela idade da planta e com interação cultivar x idade da planta.

Tabela 81. Acúmulo de matéria seca (g/planta) por folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	47,67	130,51	212,53	257,77
Brasil	48,65	154,59	278,47	336,16
d.m.s.	V dentro de I = 14,84;			
(Tukey 5%)	I dentro de V = 19,82.			

Tabela 82. Análise de variância do acúmulo de matéria seca (g/planta) por folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causa da variação	G.L.	Quadrados médios
Cultivar (V)	1	14346,0664**
Idade da planta (I)	3	97905,7387**
V x I	3	2600,4863**
Resíduo	24	103,3448
Total	31	

C.V. (%) = 5,5

5.5. Concentração de nutrientes em folhas coletadas no florescimento

São apresentadas a seguir, as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre (%) (Tabela 83); boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (ppm) (Tabela 84) em folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos, coletadas no florescimento.

Tabela 83. Concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (%) em folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
Nitrogênio	2,90	2,75	2,78	2,89	3,00	2,94	2,94	3,07
Fósforo	0,34	0,29	0,31	0,32	0,23	0,22	0,22	0,22
Potássio	1,26	1,28	1,33	1,44	1,36	1,44	1,36	1,42
Cálcio	0,96	0,97	0,96	0,96	0,96	0,91	0,94	0,92
Magnésio	0,38	0,31	0,31	0,27	0,35	0,37	0,31	0,34
Enxofre	0,12	0,17	0,18	0,18	0,15	0,16	0,18	0,18

Tabela 84. Concentração de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (ppm) em folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
Boro	74	54	66	71	66	88	80	58
Cobre	25	26	26	28	17	25	27	21
Ferro	249	225	250	257	252	245	220	221
Manganês	63	51	51	50	83	78	54	61
Molibdênio	0,52	0,31	0,53	0,60	0,60	0,49	0,61	0,63
Zinco	27	21	21	30	23	33	19	22

Nas Tabelas 85, 86, 87 e 88 estão expostos os resumos das análises de variância dos macronutrientes e micro nutrientes citados. As diferenças mínimas significativas estão expostas na Tabela 89.

Verifica-se haver efeito da cultivar na concentração de nitrogênio, fósforo, boro, cobre, ferro, manganês e molibdênio nas folhas. Ocorre também efeito da idade da planta na concentração de magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês, molibdênio e zinco, nas folhas. Verifica-se ocorrer efeito da interação cultivar x idade da planta nas concentrações de boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

TRZCINSKI (1976) na Europa, relatou efeito da cultivar na concentração de macronutrientes, boro, cobre, ferro, manganês e zinco em folhas de macieiras 'Cox's Orange Pippin', 'Golden Delicious', 'James Grieve' e 'Jonathan', todas enxertadas sobre o porta enxerto "M9". As folhas foram coletadas no verão, durante 9 anos.

5.6. Extração de nutrientes pelas folhas coletadas no florescimento

São apresentadas a seguir, as quantidades (mg/planta) extraídas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre (Tabela 90); boro, cobre, ferro, manganês,

Tabela 85. Análise de variância das concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio (%) nas folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		N	P	K
Cultivar (V)	1	0,200*	$6,9378 \cdot 10^{-2} **$	$3,3153 \cdot 10^{-2}$
Idade da planta (I)	3	$3,3120 \cdot 10^{-2}$	$1,2530 \cdot 10^{-3}$	$2,0869 \cdot 10^{-2}$
V x I	3	$2,9190 \cdot 10^{-3}$	$7,8600 \cdot 10^{-4}$	$1,1378 \cdot 10^{-2}$
Resíduo	24	$2,9028 \cdot 10^{-2}$	$1,5050 \cdot 10^{-3}$	$8,8380 \cdot 10^{-3}$
Total	31			
C.V. (%)		5,9	14,4	6,9

Tabela 86. Análise de variância das concentrações de cálcio, magnésio e enxofre (%) nas folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivar (V)	1	$7,5030 \cdot 10^{-3}$	$5,2530 \cdot 10^{-3}$	$2,5300 \cdot 10^{-4}$
Idade da planta (I)	3	$8,9400 \cdot 10^{-4}$	$7,3360 \cdot 10^{-3*}$	$3,2610 \cdot 10^{-3*}$
V x I	3	$9,5300 \cdot 10^{-4}$	$4,4610 \cdot 10^{-3}$	$4,1100 \cdot 10^{-4}$
Resíduo	24	$4,5690 \cdot 10^{-3}$	$1,7760 \cdot 10^{-3}$	$7,8000 \cdot 10^{-4}$
Total	31			
C.V. (%)		7,1	12,8	17,0

Tabela 87. Análise de variância das concentrações de boro, cobre e ferro (ppm) nas folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		B	Cu	Fe
Cultivar (V)	1	357,7812**	112,5000**	924,5000*
Idade da planta (I)	3	106,8646**	43,0833*	447,0417
V x I	3	980,5313**	38,0833*	1460,4167**
Resíduo	24	20,4896	9,2292	215,3333
Total	31			
C.V. (%)		6,5	12,5	6,1

Tabela 88. Análise de variância das concentrações de manganês, molibdênio e zinco (ppm) nas folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Mn	Mo	Zn
Cultivar (V)	1	1891,1250**	$7,4112 \cdot 10^{-2}$ **	0,2813
Idade da planta (I)	3	761,0417**	$7,2120 \cdot 10^{-2}$ **	73,1146**
V x I	3	193,2083*	$7,8700 \cdot 10^{-3}$	141,3646**
Resíduo	24	43,3333	$2,6620 \cdot 10^{-3}$	10,3437
Total	31			
C.V. (%)		10,7	9,6	13,1

Tabela 89. Diferenças mínimas significativas (Tukey 5%) relativas à concentração de nutrientes em folhas (coletadas no florescimento) de macieiras 'Ohio Beauty' (V) e 'Brasil' (I) em 4 idades (I).

	Diferenças mínimas significativas			
	V	I	V dentro de I	I dentro de V
Nitrogênio (%)	0,12	0,23	0,25	0,33
Fósforo (%)	0,03	0,05	0,06	0,08
Potássio (%)	0,07	0,13	0,14	0,18
Cálcio (%)	0,05	0,09	0,10	0,13
Magnésio (%)	0,03	0,06	0,06	0,08
Enxofre (%)	0,02	0,04	0,04	0,05
Boro (ppm)	3	6	7	3
Cobre (ppm)	2	4	4	6
Ferro (ppm)	11	20	21	29
Manganês (ppm)	5	9	10	13
Molibdênio (ppm)	0,04	0,07	0,08	0,10
Zinco (ppm)	2	4	5	6

molibdênio e zinco (Tabela 91), pelas folhas coletadas no flo rescimento de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos. Nas Tabelas 92, 93, 94 e 95 estão expostos os resumos das análise de variância dos macronutrientes e micronutrientes citados. As diferenças mínimas significativas, relativas â cultivares e idades da planta acham-se na Tabela 96.

Observa-se que as folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' de mesma idade, extraem quantidades diferentes de nutrientes, com exceção de fósforo e cobre. Verifica-se que folhas de uma mesma cultivar com diferentes idades, extraem todos os nutrientes em quantidades significativamente diferentes. Verifica-se também que ocorre interação cultivar x idade da planta na extração daqueles nutrientes, com exceção de fósforo, enxofre e ferro.

A extração de macronutrientes verifica-se na ordem decrescente: N, K, Ca, Mg = P, S. As posições das quantidades extraídas de fósforo e magnésio alternam-se conforme a cultivar e idade da planta.

A extração de micronutrientes segue a ordem de crescente: Fe, B = Mn, Cu = Zn, Mo. As posições das quantidades extraídas de boro e manganês; cobre e zinco, alternam-se conforme a cultivar e idade da planta.

Tabela 90. Extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (mg/planta) por folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
Nitrogênio	1382,20	3591,44	5920,35	7419,10	1458,72	4551,66	8168,42	10312,31
Fósforo	164,70	379,62	650,46	839,66	109,14	339,54	630,44	730,17
Potássio	610,25	1670,12	2829,68	3720,14	662,13	2224,40	3754,24	4781,22
Cálcio	463,29	1257,82	2039,73	2461,30	471,15	1400,33	2613,30	3089,68
Magnésio	179,98	400,08	650,11	689,88	174,32	568,40	852,41	1139,50
Enxofre	59,68	209,57	389,74	451,42	69,12	237,60	499,52	609,81

Tabela 91. Extração de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (mg/planta)
por folha de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
Boro	3,54	6,97	13,97	18,35	3,24	13,97	22,25	19,32
Cobre	1,20	3,43	5,55	7,10	0,84	3,83	7,57	6,97
Ferro	11,86	29,26	53,06	66,34	12,31	37,81	61,21	74,22
Manganês	3,00	6,70	10,79	12,37	4,06	11,97	15,09	20,53
Molibdênio	0,02	0,04	0,11	0,15	0,03	0,08	0,17	0,21
Zinco	1,26	2,74	4,50	7,62	1,13	5,09	5,27	7,48

Tabela 92. Análise de variância da extração (mg/planta) de nitrogênio, fósforo e potássio, por folhas de macieiras 'Ohio Beauty' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios			
		N	P	K	
Cultivar (V)	1	19031620,5156**	24940,4180	3424343,6269**	
Idade da planta (I)	3	86231570,6875**	670578,7139**	20042729,5547**	
V x I	3	3165808,1709**	2665,2096	419468,5839**	
Resíduo	24	170523,5418	8217,7302	66798,6146	
Total	31				
C.V. (%)		7,7	18,9	10,2	

Tabela 93. Análise de variância da extração (mg/planta) de cálcio, magnésio e enxofre, por folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivar (V)	1	905416,3757**	329932,5629**	52041,2032**
Idade da planta (I)	3	8581432,3359**	831549,4148**	355418,5251**
V x I	3	190554,5835**	72385,3673**	10122,2253
Resíduo	24	20992,8438	4238,3607	4051,2463
Total	31			
C.V. (%)		8,4	20,0	20,0

Tabela 94. Análise de variância da extração (mg/planta) de boro, cobre e ferro, por folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		B	Cu	Fe
Cultivar (V)	1	122,0641**	1,8716	313,3584**
Idade da planta (V)	3	424,7791**	62,7543**	5303,8547**
V x I	3	35,4071**	2,3096*	30,0853
Resíduo	24	1,1449	0,6063	12,6346
Total	31			
C.V. (%)		8,5	17,1	8,2

Tabela 95. Análise de variância da extração (mg/planta) de manganês, molibdênio e zinco, por folhas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios			
		Mn	Mo	Zn	
Cultivar (V)	1	169,1149**	$1,2367 \cdot 10^{-2}$ **	4,0900**	
Idade da planta (I)	3	250,0125**	$4,1813 \cdot 10^{-2}$ **	55,1078**	
V x I	3	15,3772**	$1,2800 \cdot 10^{-3}$ **	2,7656**	
Resíduo	24	1,9410	$1,2100 \cdot 10^{-4}$	0,4214	
Total	31				
C.V. (%)		13,1	10,8	14,8	

Tabela 96. Diferenças mínimas significativas (Tukey 5%) relativas à extração de nutrientes (mg/planta) por folhas das cultivares (V) Ohio Beauty e Brasil em 4 idades (I).

	Diferenças mínimas significativas (mg/planta)			
	V	I	V dentro de I	I dentro de V
Nitrogênio	301,45	569,39	602,90	805,24
Fósforo	66,17	125,00	132,35	176,77
Potássio	188,67	356,37	377,34	503,99
Cálcio	105,77	199,78	211,54	282,54
Magnésio	47,52	89,77	95,05	126,25
Enxofre	46,46	87,76	92,93	124,12
Boro	0,78	1,48	1,56	2,09
Cobre	0,57	1,07	1,14	1,52
Ferro	2,59	4,90	5,19	6,93
Manganês	1,02	1,92	2,03	2,72
Molibdênio	$8,00 \cdot 10^{-2}$	$1,51 \cdot 10^{-2}$	$1,60 \cdot 10^{-2}$	$2,14 \cdot 10^{-2}$
Zinco	0,47	0,90	0,95	1,27

5.7. Acúmulo de matéria seca por "tronco + galhos" coletados no florescimento

Os acúmulos de matéria seca (g/planta) por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos (Tabela 97 e resumo da análise de variância na Tabela 98), foram afetados pela cultivar, idade da planta e com interação cultivar x idade da planta.

Tabela 97. Acúmulo de matéria seca (g/planta) por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	237,50	2112,50	3200,00	4250,00
Brasil	225,00	2487,50	3500,00	5275,00

d.m.s. (Tukey 5%) V dentro de I = 278,87; I dentro de V = 372,47.

Tabela 98. Análise de variância do acúmulo de matéria seca (g/planta) por "tronco + galhos" da macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios
Cultivar (C)	1	1423828,0015**
Idade da planta (I)	3	29133411,4375**
V x I	3	379661,5004**
Resíduo	24	36484,3750
Total	31	

C.V. = 7,2%

5.8. Concentração de nutrientes em "tronco + galhos" coletados no florescimento

A seguir, são apresentadas as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre (%) (Tabela 99); boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (ppm) (Tabela 100) em galhos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos.

Tabela 99. Concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (%) em "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'					'Brasil'				
	1,5	3,5	4,5	6,5		1,5	3,5	4,5	6,5	
Nitrogênio	0,67	0,63	0,71	0,76		1,14	0,95	0,88	1,04	
Fósforo	0,10	0,08	0,08	0,09		0,14	0,10	0,11	0,10	
Potássio	0,35	0,34	0,39	0,42		0,36	0,37	0,35	0,35	
Cálcio	0,66	0,71	0,64	0,66		1,06	0,67	0,72	0,76	
Magnésio	0,12	0,12	0,14	0,13		0,15	0,16	0,13	0,16	
Enxofre	0,09	0,06	0,04	0,03		0,05	0,04	0,04	0,06	

Tabela 100. Concentração de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (ppm) em "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
Boro	28	24	33	31	35	28	26	26
Cobre	15	21	18	19	15	22	27	20
Ferro	88	61	69	85	93	64	62	79
Manganês	14	12	13	14	24	16	14	18
Molibdênio	0,18	0,25	0,18	0,20	0,22	0,26	0,21	0,19
Zinco	14	13	18	19	12	16	15	19

Nas Tabelas 101, 102, 103 e 104 estão expostas as análises de variância dos macronutrientes e micronutrientes citados. As diferenças mínimas significativas estão expostas na Tabela 105.

Observa-se efeito da cultivar nas concentrações de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre e manganês, nos galhos. Ocorre também efeito da idade da planta nas concentrações de nitrogênio, fósforo, cálcio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco, nos galhos.

Verifica-se também o efeito da interação cultivar x idade da planta nas concentrações de nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco.

A concentração de nutrientes nos galhos foram inferiores em relação às folhas, com exceção do cálcio em madeiras 'Brasil' com 1,5 anos, onde folhas e galhos coletados no florescimento apresentaram concentrações de cálcio próximas.

BATJER *et alii* (1952) encontrou resultados semelhantes relativos à comparação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio em folhas e galhos.

Tabela 101. Análise de variância das concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio (%) em "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		N	P	K
Cultivar (V)	1	0,7907**	$5,5120 \cdot 10^{-3}$ **	$2,6280 \cdot 10^{-3}$
Idade da planta (I)	3	$3,4911 \cdot 10^{-2}$ **	$1,4410 \cdot 10^{-3}$ **	$1,4530 \cdot 10^{-3}$
V x I	3	$3,3761 \cdot 10^{-2}$ **	$2,7000 \cdot 10^{-4}$	$5,1360 \cdot 10^{-3}$ *
Resíduo	24	$1,0111 \cdot 10^{-2}$	$2,3700 \cdot 10^{-4}$	$1,2840 \cdot 10^{-3}$
Total	31			
C.V. (%)		11,9	15,2	9,7

Tabela 102. Análise de variância das concentrações de cálcio, magnésio e enxofre (%) em "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivar (V)	1	0,1431**	$4,050 \cdot 10^{-3}$ **	$3,1200 \cdot 10^{-4}$
Idade da planta (I)	3	$5,9991 \cdot 10^{-2}$ **	$1,8700 \cdot 10^{-4}$	$1,9160 \cdot 10^{-3}$ **
V x I	3	$7,1187 \cdot 10^{-2}$ **	$7,0800 \cdot 10^{-4}$	$1,8790 \cdot 10^{-3}$ **
Resíduo	24	$5,5120 \cdot 10^{-3}$	$4,9300 \cdot 10^{-4}$	$1,7900 \cdot 10^{-4}$
Total	31			
C.V. (%)	10,1	15,9	26,8	

Tabela 103. Análise de variância das concentrações de boro, cobre e ferro (ppm) em "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		B	Cu	Fe
Cultivar (V)	1	0,1250	57,7813**	10,1250
Idade da planta (I)	3	41,7083*	88,0312**	1402,8333**
V x I	3	74,3750**	39,3646**	78,4583
Resíduo	24	8,8542	3,8229	42,8333
Total	31			
C.V. (%)		10,3	10,0	8,7

Tabela 104. Análise de variância das concentrações de manganês, molibdênio e zinco (ppm) em "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Mn	Mo	Zn
Cultivar (V)	1	175,7813**	$1,5120 \cdot 10^{-3}$	2,0000
Idade da planta (I)	3	51,1146**	$7,8120 \cdot 10^{-3}$ **	49,9167**
V x I	3	25,1146**	$9,1200 \cdot 10^{-4}$	15,7500**
Resíduo	24	2,8021	$6,5400 \cdot 10^{-4}$	2,9375
Total	31			
C.V. (%)		10,9	12,1	11,0

Tabela 105. Diferenças mínimas significativas (Tukey 5%) relativas à concentrações de nutrientes em "tronco + galhos" (coletados no florescimento) de macieiras 'Ohio Beauty' (V) e 'Brasil' (V) em 4 idades (I).

	<u>Diferenças mínimas significativas</u>			
	V	I	V dentro de I	I dentro de V
Nitrogênio (%)	0,07	0,14	0,15	0,20
Fósforo (%)	0,01	0,02	0,02	0,03
Potássio (%)	0,03	0,05	0,05	0,07
Cálcio (%)	0,05	0,10	0,11	0,14
Magnésio (%)	0,02	0,03	0,03	0,04
Enxofre (%)	0,01	0,02	0,02	0,03
Boro (ppm)	2	4	4	6
Cobre (ppm)	1	3	3	4
Ferro (ppm)	5	9	10	13
Manganês (ppm)	1	2	2	3
Molibdênio (ppm)	0,02	0,04	0,04	0,05
Zinco (ppm)	1	2	3	3

5.9. Extração de nutrientes por "tronco + galhos" coletados no florescimento

São apresentadas a seguir, as quantidades (mg/planta) extraídas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre (Tabela 106); boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (Tabela 107), por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos.

Os resumos das análises de variância dos macro nutrientes e micronutrientes citados encontram-se nas Tabelas 108, 109, 110 e 111. As diferenças mínimas significativas relativas à cultivar e idade da planta, acham-se expostas na Tabela 112.

Verifica-se que "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' de mesma idade extraem quantidades diferentes de nutrientes com exceção de potássio e boro. Observa-se que "tronco + galhos" de uma mesma cultivar com diversas idades extraem todos os nutrientes citados em quantidades diferentes. Observa-se também que ocorre interação cultivar x idade da planta na extração dos nutrientes com exceção do potássio, cálcio e ferro.

Tabela 106. Extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (mg/planta) por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
Nitrogênio	1591,43	13194,32	22572,45	32543,69	2569,86	23705,02	30754,66	54938,07
Fósforo	242,68	1698,45	2704,12	3732,88	317,55	2631,41	3771,07	5403,31
Potássio	831,10	7298,43	12634,87	18121,16	818,22	9328,45	12240,00	18333,34
Cálcio	1570,87	14916,23	20353,56	27882,15	2383,69	16488,27	25186,95	39923,72
Magnésio	293,23	2531,11	4410,26	5663,09	340,13	3942,18	4631,14	8444,76
Enxofre	210,83	1334,46	1132,67	1070,25	120,24	1001,42	1323,61	3055,19

Tabela 107. Extração de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (mg/planta) por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' e idades. 4

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
Boro	6,75	51,19	104,10	129,39	7,86	68,96	91,94	138,55
Cobre	3,58	44,46	56,66	79,95	3,31	54,84	91,44	105,94
Ferro	21,00	129,23	220,44	361,28	20,86	159,48	216,84	413,32
Manganês	3,32	24,93	40,32	59,71	5,31	40,49	47,27	93,16
Molibdênio	0,04	0,54	0,59	0,85	0,05	0,64	0,72	1,00
Zinco	3,31	27,56	56,56	80,09	2,64	40,56	51,65	98,45

Tabela 108. Análise de variância da extração (mg/planta) de nitrogênio, fósforo e potássio, por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios			
		N	P	K	
Cultivar (V)	1	887415776,7500**	7035938,5039**	1699708,0015	
Idade da planta (I)	3	2403555900,0000**	26214788,3672**	428148404,2500**	
V x I	3	158407338,8125**	855344,4175**	2319469,3350	
Resíduo	24	12551300,0117**	253959,6357	2709972,5020	
Total	31				
C.V. (%)		15,6	19,7	16,5	

Tabela 109. Análise de variância da extração (mg/planta) de cálcio, magnésio e enxofre, por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivar (V)	1	185257200,1875**	9956953,2578**	1511625,7510**
Idade da planta (I)	3	1430137585,0000**	62682708,5469**	4810550,7734**
V x I	3	52567960,0469	3208427,9209**	2225421,6270**
Resíduo	24	5216966,6680	523271,8754	145475,7814
Total	31			
C.V. (%)		12,3	19,1	33,1

Tabela 110. Análise de variância da extração (mg/planta) de boro, cobre e ferro ,
por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 ida-
des.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		B	Cu	Fe
Cultivar (V)	1	126,2070	2713,0820**	3086,0371*
Idade da planta (I)	3	23499,4033**	12123,4093**	187690,9238**
V x I	3	323,9751*	566,2441**	1396,1510
Resíduo	24	94,3100	82,5799	580,5310
Total	31			
C.V. (%)		13,0	16,4	12,5

Tabela 111. Análise de variância da extração (mg/planta) de manganês, molibdênio e zinco, por "tronco + galhos" de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
Cultivar (C)	1	1679,1013**	$7,3776 \cdot 10^{-2}$ **	332,1755**
Idade da planta (I)	3	7110,9556**	1,0867**	10475,5548**
V x I	3	382,5306**	$7,8640 \cdot 10^{-3}$	243,1213**
Resíduo	24	33,5234	$5,3210 \cdot 10^{-3}$	44,1569
Total	31			
C.V. (%)		14,7	13,2	14,7

Tabela 112. Diferenças mínimas significativas (Tukey 5%) relativas à extração de nutrientes (mg/planta) por "tronco + galhos" das cultivares (V) Ohio Beauty e Brasil em 4 idades (I).

	Diferenças mínimas significativas			
	V	I	V dentro de I	I dentro de V
Nitrogênio	2586,23	4884,99	5172,46	6908,42
Fósforo	367,88	694,87	735,76	982,69
Potássio	1201,73	2269,88	2403,45	3210,09
Cálcio	1674,54	3162,96	3349,09	4473,10
Magnésio	528,06	997,43	1056,13	1410,58
Enxofre	278,43	525,91	556,86	743,46
Boro	7,09	13,39	14,86	18,94
Cobre	6,63	12,53	13,27	17,72
Ferro	17,58	33,22	35,18	46,98
Manganês	4,23	7,98	8,45	11,29
Molibdênio	$5,32 \cdot 10^{-2}$	0,10	0,11	0,14
Zinco	4,85	9,16	9,70	12,96

A extração de macronutrientes por "tronco + galhos" de 'Ohio Beauty' ocorre na ordem decrescente: N = Ca, K, Mg, P, S. As posições das quantidades extraídas de nitrogênio e cálcio alternam-se de acordo com a idade da planta. A extração de macronutrientes por "tronco + galhos" da 'Brasil' obedece a ordem decrescente: N, Ca, K, Mg, P, S.

A extração de micronutrientes por "tronco + galhos" de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' é realizada na ordem decrescente: Fe, B, Cu = Mn = Zn, Mo, ocorrendo alternância na ordem de extração de cobre, manganês e zinco conforme a cultivar e idade da planta.

5.10. Acúmulo de matéria seca pelas folhas provenientes da poda

Os acúmulos de matéria seca (g/planta) por folhas provenientes da poda de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 2, 4, 5 e 7 anos (Tabela 113 e resumo da análise de variância na Tabela 114), foram afetados pela cultivar e idade da planta.

Observa-se através da Tabela 113 que folhas de macieiras com 2 e 4 anos acumularam igual ou maior quantidade de matéria seca em relação às folhas de macieiras com 5 e 7 anos. Isso é explicável, pois macieiras mais jovens, apesar

de menor porte, requerem poda de formação, mais drástica, enquanto que plantas já formadas sofrem poda mais "leve", onde são eliminados apenas os ramos doentes e "ladrões".

Tabela 113. Acúmulo de matéria seca (g/planta) por folhas podadas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	2	4	5	7
Ohio Beauty	73,50	71,88	61,25	62,62
Brasil	76,62	79,15	75,63	73,13
d.m.s. (Tukey 5%)	V dentro de I = 9,56; I dentro de V = 12,77.			

Tabela 114. Análise de variância do acúmulo de matéria seca (g/planta) por folhas podadas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios
Cultivar (V)	1	622,1630**
Idade da planta (I)	3	136,3046**
V x I	3	45,6669
Resíduo	24	42,8674
Total	31	

C.V. (%) = 9,1

5.11. Extração de nutrientes pelas folhas provenientes da poda

São apresentadas a seguir, as quantidades (mg/planta) extraídas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre (Tabela 115); boro, cobre, ferro, manganês e zinco (Tabela 116) por folhas podadas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 2, 4, 5 e 7 anos. Nas Tabelas 117, 118 e 119 estão os resumos das análises de variância dos macronutrientes e micronutrientes citados. As diferenças mínimas significativas relativas às cultivares e idades das plantas estão apresentadas na Tabela 120.

Verifica-se que folhas podadas de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' de mesma idade, extraem quantidades diferentes de nitrogênio, potássio, enxofre, manganês e zinco. As folhas podadas de uma mesma cultivar com diversas idades extraem todos os nutrientes citados em quantidades diferentes com exceção de cálcio e boro. Verifica-se também ocorrer efeito da interação cultivar x idade da planta na extração de potássio, cálcio, boro, cobre e ferro.

A extração de nutrientes em ambas as cultivares ocorre na ordem decrescente: N, K, Ca, Mg, P, S. A extração de micronutrientes em ambas as cultivares obedece a ordem decrescente: Fe, Mn = B, Zn, Cu. Verifica-se maior ou menor quantidade de manganês extraídas pelas folhas em relação ao boro, dependendo da idade da planta.

Tabela 115. Extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (mg/planta), por folhas da poda de maçieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'		
	2	4	5	7	2	4	7
Nitrogênio	2026,23	1791,90	1554,64	1731,28	2184,29	1783,56	1851,48 1907,44
Fósforo	135,48	95,42	73,39	93,43	139,50	107,85	91,00 97,85
Potássio	1115,23	1091,31	971,70	1058,01	1236,59	1627,54	1310,74 1361,85
Cálcio	954,85	811,97	769,83	770,28	812,04	886,20	825,43 839,28
Magnésio	321,38	312,69	275,36	211,50	297,28	278,23	301,07 266,80
Enxofre	68,03	65,13	48,95	59,26	94,10	76,23	54,80 64,14

Tabela 116. Extração de boro, cobre, ferro, manganês e zinco (mg/planta) por folhas da poda de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	2	4	5	7	2	4	5	7
Boro	3,98	4,12	3,58	3,41	3,36	4,08	3,84	4,19
Cobre	0,75	0,90	0,47	0,69	0,75	0,68	0,60	0,72
Ferro	9,61	13,22	13,14	10,38	10,31	11,81	9,44	12,14
Manganês	5,07	4,46	2,91	3,83	5,57	5,55	3,40	5,63
Zinco	1,22	1,93	2,05	1,25	1,00	1,95	1,32	1,16

Tabela 117. Análise de variância da extração (mg/planta) de nitrogênio, fósforo e potássio, por folhas da poda da macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		N	P	K
Cultivar (V)	1	193646,1877*	740,5491	845627,5632**
Idade da planta (I)	3	244287,1044**	4458,6153**	73814,9896*
V x I	3	31501,8542	86,6595	57820,2292*
Resíduo	24	41268,3724	329,9776	18262,4167
Total	31			
C.V. (%)		11,0	17,4	11,1

Tabela 118. Análise de variância da extração (mg/planta) de cálcio, magnésio e enxofre, por folhas da poda de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivar (V)	1	1569,2031	252,1250	1148.0438*
Idade da planta (I)	3	12931,5625	7462,6478*	1243,8430**
V x I	3	21981,6979*	3573,4941	191,6943
Resíduo	24	4169,3359	2116,0636	187,2272
Total	31			
C.V. (%)		9,4	16,2	20,6

Tabela 119. Análise de variância da extração (mg/planta) de boro, cobre, ferro, manganês e zinco, por folhas da poda de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (V)	1	$6,7428 \cdot 10^{-2}$	$2,3250 \cdot 10^{-3}$	3,5188	7,4961**	0,5189*
Idade da planta (I)	3	0,3029	$9,6950 \cdot 10^{-2}$ **	8,7338**	7,4008**	1,2547**
V x I	3	0,6866*	$4,2101 \cdot 10^{-2}$ *	11,6709**	0,7751	0,2242
Resíduo	24	0,2171	$8,9720 \cdot 10^{-3}$	1,4822	0,2942	$7,6295 \cdot 10^{-2}$
Total	31					
C.V. (%)		12,2	13,6	10,8	11,9	18,6

Tabela 120. Diferenças mínimas significativas (Tukey 5%) relativas à extração de nutrientes (mg/planta) por folhas da poda de cultivares (V) Ohio Beauty e Brasil em 4 idades (I).

	<u>Diferenças mínimas significativas</u>			
	V	I	V dentro de I	I dentro de V
Nitrogênio	148,30	280,11	296,59	396,14
Fósforo	13,26	25,05	26,52	35,42
Potássio	98,65	186,34	197,30	263,52
Cálcio	56,99	107,64	113,98	152,23
Magnésio	33,58	63,43	67,16	89,70
Enxofre	9,98	18,87	19,98	26,68
Boro	0,34	0,64	0,68	0,91
Cobre	$6,91 \cdot 10^{-2}$	0,13	0,14	0,18
Ferro	0,89	1,68	1,78	2,37
Manganês	0,40	0,75	0,79	1,06
Zinco	0,21	0,38	0,40	0,54

5.12. Acúmulo de matéria seca por galhos podados

Os acúmulos de matéria seca (g/planta) por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 2, 4, 5 e 7 anos (Tabela 121 e resumo de análise de variância na Tabela 122), foram afetados pela idade da planta e com interação cultivar x idade da planta.

Tabela 121. Acúmulo de matéria seca (g/planta) por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	2	4	5	7
Ohio Beauty	166,53	224,25	201,90	150,80
Brasil	152,23	202,75	182,65	174,43
d.m.s.	V dentro de I = 12,58;			
(Tukey 5%)	I dentro de V = 28,82.			

Tabela 122. Análise de variância do acúmulo de matéria seca (g/planta) por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios
Cultivar (V)	1	493,7676
Idade da planta (I)	3	5294,8737**
V x I	3	899,0397*
Resíduo	24	218,3930
Total	31	

C.V. (%) = 8,1

5.13. Extração de nutrientes pelos galhos podados

Estão expostas a seguir, as quantidades (mg/planta) extraídas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre (Tabela 123); boro, cobre, ferro, manganês e zinco (Tabela 124) por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 2, 4, 5 e 7 anos. Nas Tabelas 125, 126 e 127 estão expostos os resumos das análises de variância

dos macronutrientes e micronutrientes citados. As diferenças mínimas significativas relativas às cultivares e idades das plantas encontram-se na Tabela 128.

Verifica-se que galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' de mesma idade, extraem quantidades diferentes de potássio, magnésio, enxofre, boro, ferro e zinco não ocorrendo diferenças nas extrações dos demais nutrientes.

Os galhos podados de uma mesma cultivar com diversas idades extraem quantidades diferentes de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, boro e ferro.

Verifica-se também, ocorrer efeito da interação cultivar x idade da planta na extração de fósforo, potássio, cálcio, boro, ferro e zinco por galhos podados de 'Ohio Beauty' e 'Brasil'.

As extrações de macronutrientes verificam-se nesta ordem decrescente: Ca = N, K, Mg, P, S. As quantidades extraídas de cálcio, são maiores ou menores em relação à extração de nitrogênio dependendo da cultivar e idade da planta.

As extrações de micronutrientes obedecem esta ordem decrescente: Fe, B, Mn = Zn = Cu. Verifica-se alternância na ordem de extração de manganês, cobre e zinco dependendo da cultivar e idade da planta.

Tabela 123. Extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (mg/planta), por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'					'Brasil'				
	2	4	5	7		2	4	5	7	
Nitrogênio	1350,47	1626,13	1583,73	1228,79	1228,03	1608,57	1543,76	1430,67		
Fósforo	193,20	223,88	146,57	139,37	151,54	175,98	151,78	173,84		
Potássio	1002,21	1031,60	839,53	890,38	641,99	889,28	826,62	761,83		
Cálcio	1351,69	1896,20	1576,12	1189,23	1423,91	1673,49	1575,80	1501,09		
Magnésio	196,75	263,50	267,30	173,45	281,82	324,06	377,40	341,32		
Enxofre	71,76	94,85	103,48	101,51	34,13	102,40	74,11	44,02		

Tabela 124. Extração de boro, cobre, ferro, manganês e zinco (mg/planta), por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	2	4	5	7	2	4	5	7
Boro	5,84	6,75	5,48	4,34	4,30	5,35	5,13	4,50
Cobre	1,87	2,58	2,17	2,04	2,32	2,55	2,62	2,31
Ferro	10,77	14,78	9,41	11,89	9,35	9,44	10,50	12,66
Manganês	2,37	2,42	2,20	2,46	2,93	3,49	3,05	3,52
Zinco	3,21	3,30	4,15	2,75	2,63	2,94	2,44	2,84

Tabela 125. Análise de variância da extração (mg/planta) de nitrogênio, fósforo e potássio, por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		N	P	K
Cultivar (V)	1	240,6250	1243,8857	207371,2971**
Idade da planta (I)	3	216668,7500**	4035,9180**	35727,1198
V x I	3	38353,9792	3082,5618*	42013,5052*
Resíduo	24	20485,7162	961,5842	13828,5990
Total	31			
C.V. (%)		9,9	18,5	13,7

Tabela 126. Análise de variância da extração (mg/planta) de cálcio, magnésio e enxofre por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivares (V)	1	14510,6875	89711,0724**	6838,3601*
Idade da planta (I)	3	327864,0417**	11038,6615**	3190,7845
V x I	3	100470,6667*	4231,3366	1481,0444
Resíduo	24	25856,3724	2038,7926	1128,4085
Total	31			
C.V. (%)		10,6	16,2	42,9

Tabela 127. Análise de variância da extração (mg/planta) de boro, cobre, ferro, manganês e zinco por galhos podados de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (V)	1	4,9460**	0,6555	11,9804*	6,2859**	3,2728**
Idade da planta (I)	3	3,6330**	0,3687	12,8103**	0,2970	0,3867
V x I	3	1,3521*	0,1072	17,5486**	0,1151	1,1852**
Resíduo	24	0,3614	0,1851	1,7512	0,1427	0,2349
Total	31					
C.V. (%)		11,5	18,6	11,9	13,5	16,0

Tabela 128. Diferenças mínimas significativas (Tukey 5%) relativas à extração de nutrientes (mg/planta) por galhos podados das cultivares (V) Ohio Beauty e Brasil em 4 idades (I).

	<u>Diferenças mínimas significativas</u>			
	V	I	V dentro de I	I dentro de V
Nitrogênio	104,48	197,35	208,97	279,10
Fósforo	22,64	42,76	45,27	60,47
Potássio	85,84	162,15	171,69	229,31
Cálcio	117,38	221,72	234,77	313,56
Magnésio	32,96	62,26	65,92	88,05
Enxofre	24,52	46,32	49,04	65,50
Boro	0,44	0,83	0,88	1,17
Cobre	0,31	0,59	0,63	0,84
Ferro	0,97	1,82	1,93	2,58
Manganês	0,28	0,52	0,55	0,74
Zinco	0,35	0,67	0,71	0,94

5.14. Ensaio em soluções nutritivas

5.14.1. Sintomas de deficiência

5.14.1.1. Deficiência de nitrogênio

Centro e trinta dias após a omissão desse nutriente, as plantas mostraram os primeiros sintomas, caracterizados por leve amarelecimento generalizado nas folhas, sendo mais evidente nas mais velhas. Trinta dias após o início dos sintomas verificou-se menor emissão de brotos com as plantas tomando porte menor em relação ao tratamento completo, e a partir desse período o amarelecimento tornou-se mais acentuado.

A Figura 25 mostra macieira com sintomas iniciais de deficiência ao lado de outra planta sem deficiência. A Figura 26 mostra macieira com sintomas finais de deficiência.

Os sintomas descritos concordam parcialmente com BLAKE *et alii* (1936) e BURKE (1969), não se observando avermelhamento de nervuras das folhas e de ramos novos, descritos por aqueles autores.

Figura 25. Tratamento -N (sintomas iniciais) x tratamento com
pleto.

Figura 26. Tratamento -N (sintomas finais).

5.14.1.2. Deficiência de fósforo

Cento e setenta dias após a omissão desse nutriente, observou-se um recurvamento para cima das folhas mais jovens e posteriormente as mais velhas. Estas mostraram coloração verde mais claro em relação às demais e ásperas ao tato. BLAKE *et alii* (1936) observaram avermelhamento das nervuras e pecíolos como sintomas iniciais e folhas pequenas e estreitas posteriormente, o que não foi comprovado neste trabalho.

5.14.1.3. Deficiência de potássio

Juntamente com o início dos sintomas de deficiência de nitrogênio, aos cento e trinta dias apareceram os sintomas de carência de potássio caracterizados por um princípio de necrose nas margens e pontas de folhas mais velhas e logo a seguir, nas folhas jovens. Um mês após o início dos sintomas, houve um avermelhamento de áreas situadas entre as nervuras secundárias e posterior necrose.

As Figuras 28 e 29 mostram os sintomas descritos.

BLAKE *et alii* (1936) e BURKE (1969) mencionaram sintomas semelhantes.

Figura 27. Tratamento -K.

Figura 28. Tratamento -K.

5.14.1.4. Deficiência de cálcio

Aos cento e sessenta dias após o início do tratamento ocorreram os primeiros sintomas de carência de cálcio caracterizados por um leve amarelecimento das folhas mais jovens. Posteriormente, algumas folhas jovens encurvaram-se para baixo e as folhas recém brotadas eram de tamanho inferior em relação aquelas do tratamento completo. Os sintomas descritos concordam em parte com BLAKE *et alii* (1936) e BURKE (1969).

5.14.1.5. Deficiência de magnésio

Os sintomas de deficiência de magnésio iniciaram-se aos cento e trinta dias do início do tratamento juntamente com os sintomas de carência de nitrogênio e potássio. Inicialmente as folhas mais velhas apresentaram amarecimento e clorose internerval. A seguir apareceram partes das margens das folhas necrosadas. Ocorreram também áreas necróticas entre a nervura principal a secundária. No fim do tratamento algumas folhas jovens já mostravam amarelecimento e clorose internerval.

As Figuras 29 e 30 mostram sintomas iniciais e avançados de carência de magnésio.

Figura 29. Tratamento -Mg (sintomas iniciais).

Figura 30. Tratamento de -Mg (sintomas finais).

BURKE (1969) relata como sintomas iniciais de carência, o aparecimento de clorose moderada nas folhas novas terminais o que não foi verificado neste trabalho.

5.14.1.6. Deficiência de enxofre

Aos cento e oitenta dias após início do tratamento notou-se que as folhas novas de macieiras deficientes em enxofre apresentaram coloração verde mais claro em relação aquelas do tratamento completo. Esses sintomas concordam em parte com os descritos por BENSON *et alii* (1963).

5.14.1.7. Deficiência de boro

Aos cento e sessenta dias após o início do tratamento, apareceram os sintomas de deficiência de boro caracterizados por um amarelecimento partindo do centro para as pontas das folhas mais novas. Posteriormente os ponteiros apresentaram menor desenvolvimento e as folhas mostravam manchas escuras entre as nervuras e as margens. Algumas folhas mais novas apresentavam-se encurvadas para baixo e ásperas ao tato.

Os sintomas descritos concordam parcialmente com BURKE (1969).

5.14.2. Produção de matéria seca

Os resultados referentes à produção de matéria seca como indicadora de crescimento entre os tratamentos utilizados estão na Tabela 129.

O resumo da análise de variância (Tabela 130) revelou haver efeito de tratamentos, órgãos e interação tratamentos x órgãos no acúmulo de matéria seca pelas plantas.

Verifica-se ocorrer diferença significativa no acúmulo de matéria seca pelo porta enxerto entre os tratamentos "-K e -Mg x completo". Os "caules + ramos" das macieiras dos tratamentos -N, -K, -Ca, -Mg e -B acumularam quantidades inferiores de matéria seca em relação ao tratamento completo.

5.14.3. Níveis analíticos

As concentrações médias de macronutrientes e boro nos órgãos das macieiras 'Ohio Beauty' desenvolvidas em soluções nutritivas completa e deficientes encontram-se nas Tabelas 131 e 132.

Ocorre diferenças significativas entre os teores dos nutrientes em folhas do tratamento completo e tratamentos deficientes. Nos demais órgãos verificou-se também diferenças signficativas entre os tratamentos completo e deficientes com exceção dos teores de Ca, Mg, B nos porta enxertos e Mg nos "caule + ramos".

Tabela 129. Pesos médios de matéria seca (g/planta) produzidas pelo porta enxerto , ramos e folhas de macieiras 'Ohio Beauty' desenvolvidas em vasos.

Tratamento	Órgãos		
	porta enxerto	caule + ramos	folhas
Completo	26,35	45,45	9,48 a
-N	23,50	27,35	3,93 c
-P	25,35	44,17	6,37 c
-K	19,00	31,05	10,70 c
-Ca	24,65	38,75	7,87 c
-Mg	19,28	28,90	4,68 c
-S	22,77	44,12	8,15 c
-B	24,37	34,17	8,22 c

d.m.s.   Tratamentos x Órgãos = 7,60; Tratamentos dentro de Órgãos = 6,29;
(Tukey 1%)   C.V. (%) = 13,1.

a = folhas velhas; b = folhas novas; c = folhas com sintomas de deficiência; d = folhas sem sintomas de deficiência.

Tabela 130. Análise de variância, da produção de matéria seca pelo porta enxerto, "caule + ramos" e folha de ma cieiras 'Ohio Beauty' desenvolvidas em vasos.

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios
Tratamentos (T)	7	166,81**
Órgãos (O)	3	6490,50**
T x O	21	44,68**
Resíduo	96	5,91
Total	127	

C.V. (%) = 13,1

Tabela 131. Concentrações médias de macronutrientes (%) e boro (ppm) em porta enxerto e "caule + ramos" de macieiras 'Ohio Beauty' desenvolvidas em vasos, com as diferenças mínimas significativas de tratamentos (T) dentro de órgãos (O) e órgãos dentro de tratamentos.

	porta enxerto		caule + ramos		d.m.s. (Tukey 1%)	
	solução completa	solução deficiente	solução completa	solução deficiente	T dentro de O	O dentro C.V. (%) de T
N	0,58	0,45	1,00	0,48	0,12	0,16 5,1
P	0,09	0,03	0,11	0,04	0,02	0,03 12,8
K	0,22	0,08	0,33	0,10	0,07	0,08 7,0
Ca	0,47	0,47	0,52	0,35	0,12	0,15 10,2
Mg	0,05	0,02	0,06	0,03	0,04	0,05 16,7
S	0,04	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02 11,8
B	29	23	34	26	8	10 11,6

Tabela 132. Concentrações médias de macronutrientes (%) e boro (ppm) em folhas ma
cieiras 'Ohio Beauty' desenvolvidas em vasos, com as diferenças mínimas
significativas de tratamentos (T) x órgãos (O).

	Solução completa			Solução deficiente		d.m.s. (Tukey 1%)	C.V. (%)
	folhas velhas	folhas novas	folhas novas	folhas com sintomas	folhas sem sintomas		
N	2,22	2,21	1,53	1,74	0,18	5,1	
P	0,18	0,16	0,05	0,07	0,03	12,8	
K	1,30	1,33	0,22	0,30	0,10	7,0	
Ca	0,93	0,94	0,52	0,65	0,18	10,2	
Mg	0,36	0,37	0,06	0,09	0,06	16,7	
S	0,18	0,17	0,08	0,09	0,03	11,8	
B	62	62	24	33	12	11,6	

5.15. Observações gerais

O material podado de plantas jovens (2 e 4 anos) contém significativa quantidade de nutrientes, razão pela qual justifica-se pesquisas no sentido do enterrio desse material nas entrelinhas do pomar, visando a decomposição e liberação gradual de nutrientes às macieiras.

De uma maneira geral, o máximo acúmulo de matéria seca e nutrientes por frutos de macieira ocorrem por ocasião da colheita enquanto que os pontos de inflexão se situaram entre 60 e 100 dias de idade do fruto, ressaltando-se a importância da aplicação de fertilizantes nessas épocas para maximizar o aproveitamento dos nutrientes e desenvolvimento dos frutos.

Conforme mostram as Tabelas 133 e 134, a relação aproximada entre N:P:K extraídos pelas partes aéreas é 8:1:7 por macieiras 'Ohio Beauty' e 11:1:6 por macieira 'Brasil' com 6 e 7 anos de idade. Diversos pomicultores utilizam-se de adubações contendo maior proporção de fósforo. Recomenda-se portanto, que sejam realizadas adubações experimentais em que a relação entre os nutrientes aplicados seja próxima daquela verificada no presente trabalho.

O boro foi o micronutriente após o ferro, mais

extraído pelas macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' justificando o aparecimento de sintomas de carência desse nutriente em alguns pomares do Estado de São Paulo. Para evitar isso, recomenda-se o emprego do boro juntamente com os macronutrientes, em doses variando conforme a idade das macieiras.

Observando-se as diferentes extrações de nutrientes entre as cultivares (Tabelas 133 e 134) destaca-se a extração de nitrogênio pela macieira 'Brasil' superior em relação à 'Ohio Beauty'.

O potássio, enxofre, fósforo, nitrogênio e boro foram exportados pelos frutos em quantidades significativas, indicando a importância da reposição desses nutrientes para manter-se uma produtividade adequada.

Os dados obtidos de concentração de nutrientes nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, indicam mais uma possibilidade de diagnose nutricional, além da diagnose foliar.

Tabela 133. 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

.200.

^{a/} Calculado em função de 606 plantas.

Tabela 134. 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.

6. CONCLUSÕES

As quantidades máximas acumuladas de matéria seca pelos frutos ocorrem aos 120 dias (época da colheita) com os acúmulos nos frutos estando entre 1802 e 3180 g de matéria seca por planta.

Os acúmulos de matéria seca pelas folhas estiveram entre 48 e 336 g por planta. Folhas de macieiras 'Brasil' com 4,5 e 6,5 anos acumularam maiores quantidades de matéria seca em relação à macieiras 'Ohio Beauty'.

Os acúmulos de matéria seca por "tronco + galhos" variaram entre 225 e 5275 g por planta. "Tronco + galhos" de macieiras "Brasil" com 3,5; 4,5 e 6,5 anos acumularam maiores quantidades de matéria seca em relação à 'Ohio Beauty'.

Os acúmulos de matéria seca pelas folhas provenientes do material podado, estiveram entre 61 e 79 g por planta, observando-se maior acúmulo por folhas de macieiras 'Brasil' com 5 e 7 anos em relação à macieiras 'Ohio Beauty' nessas idades.

Os acúmulos de matéria seca pelos galhos podados situaram entre 151 e 224 g por planta, observando-se maior quantidade acumulada por galhos de macieira 'Brasil' com 7 anos em relação à 'Ohio Beauty' nessa idade.

As concentrações de nutrientes nos frutos diferiram conforme a cultivar, idade da planta e idade do fruto.

As concentrações de nutrientes nas folhas e "tronco + galhos" coletados no florescimento diferiram conforme a cultivar e idade da planta.

Os acúmulos máximos de nutrientes (exceção do molibdênio) nos frutos ocorreram entre 103 e 120 dias após florescimento. As épocas de máxima velocidade de acumulação (inflexão) de nutrientes pelos frutos situaram entre 59 e 100 dias após florescimento.

A extração de nutrientes pelos frutos obedece

a seguinte ordem: $K > N > P > S \geq Ca > Mg > Fe > B > Cu > Mn \geq Zn > Mo$.

Folhas e "tronco + galhos" coletados no florescimento, extraem quantidades diferentes de nutrientes conforme a cultivar e idade da planta.

"Tronco + galhos" das duas cultivares extraem maiores quantidades de macro e micronutrientes em relação à folhas coletadas na mesma época.

A extração de nutrientes pelas folhas, no florescimento, segue a seguinte ordem: $N > K > Ca > Mg \geq P > S > Fe > B \geq Mn > Cu \geq Zn > Mo$. A extração de nutrientes por "tronco + galhos", no florescimento, segue a seguinte ordem: $N \geq Ca > K > Mg > P > S > Fe > B > Cu \geq Mn \geq Zn > Mo$.

Folhas e galhos podados no início da dormência, extraem quantidades diferentes de nutrientes conforme cultivar e idade da planta.

Galhos das duas cultivares extraem maiores quantidades de fósforo, cálcio, boro, cobre e zinco, ocorrendo menores extrações de nitrogênio, potássio e manganês, em relação às quantidades extraídas por folhas coletadas na mesma época.

A extração de nutrientes pelas folhas provenientes da poda obedece esta ordem: $N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn \geq B > Zn > Cu$. A extração de nutrientes por galhos podados segue esta ordem: $Ca \geq N > K > Mg > P > S > Fe > B > Mn \geq Zn \geq Cu$.

As quantidades de nutrientes exportadas pelos frutos de macieiras (mg/planta) 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos (produzindo em média 12; 16,5 e 20,5 kg de frutos/planta) estão expostas a seguir:

	'Ohio Beauty'			'Brasil'		
	Idade da planta (anos)			Idade da planta (anos)		
	3,5	4,5	6,5	3,5	4,5	6,5
Nitrogênio	11620	17800	20400	11940	15870	20410
Fósforo	1550	1820	2800	1290	1860	2060
Potássio	16810	24370	29920	15480	22150	28450
Cálcio	600	1220	1410	920	1210	1370
Magnésio	530	670	910	630	910	890
Enxofre	820	1310	1370	1100	1560	1800
Boro	27	44	48	41	53	67
Cobre	10	16	17	14	19	23
Ferro	93	133	186	106	144	167
Manganês	6	9	12	9	12	17
Molibdênio	0,12	0,15	0,12	0,12	0,20	0,13
Zinco	5	8	13	10	11	16

As quantidades de nutrientes extraídas pela macieira (parte aérea) obedece esta ordem: N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Cu = Mn = Zn.

A extração total de nutrientes por macieiras (mg/planta) com 1-2; 3-4; 4-5; e 6-7 anos encontra-se a seguir:

	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1-2	3-4	4-5	6-7	1-2	3-4	4-5	6-7
N	7181	31820	49430	63320	8313	43630	58190	89000
P	844	3950	5390	7600	799	4540	6500	8460
K	4749	27900	41640	53710	4567	29550	40320	53680
Ca	4398	19490	25960	33710	5149	21370	31410	46720
Mg	1024	4040	6270	7640	1132	5740	7070	11080
S	464	2520	2980	3050	427	2520	3510	5570
B	22	96	171	204	22	133	176	234
Cu	8	61	81	107	8	76	121	139
Fe	60	280	429	636	61	325	442	679
Mn	14	45	65	90	19	71	81	140
Zn	9	41	75	92	8	61	72	126

Foram identificados sintomas característicos de deficiência de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e bo

ro, com exceção de fósforo e enxofre, em macieiras 'Ohio Beauty' cultivadas em vaso.

Níveis adequados e deficientes de nutrientes nas folhas são: N - 2,22 e 1,53%; P - 0,17 e 0,05%; K - 1,32 e 0,22%; Ca - 0,94 e 0,52%; Mg - 0,37 e 0,06%; S - 0,18 e 0,08%; B - 62 e 24 ppm.

Os níveis de "fome oculta" nas folhas são: N - 1,74%; P - 0,07%; K - 0,30%; Ca - 0,65%; Mg - 0,09%; S - 0,09%; B - 33 ppm.

7. SUMMARY

In order to obtain the following informations:

1. dry matter production and extraction of nutrients by the fruits at different ages.
2. dry matter production and extraction of nutrients by the leaves and "trunk + branches" collected at the flowering stage.
3. dry matter production and export of nutrients by pruning (leaves and branches) at the begining dormant stage.
4. symptons of deficiency for N, P, K, Ca, Mg, S and B, as well the critical levels for those nutrients.

The first trial was conducted on Latossolo Vermelho Escuro orto group (*Orthox*) at Buri, São Paulo State, Brazil. The material was collected from 'Ohio Beauty' and 'Brazil' apples grafted on 'Doucin' 1-2; 3-4; 4-5 and 6-7 years old.

The main conclusions were:

1. Differences were observed on dry matter production of fruits by the two varieties at the different stages of grown.
2. Differences were also observed among the two varieties on the dry matter production in the leaves and "trunk + branches" at the flowering stage; as well by the leaves and branches pruned at the beginning dormant stage.
3. Differences were observed among the two varieties concerned to concentration nutrient (on dry matter basis) on the fruits collected at different stages of grown. Same results were observed on leaves and "trunk + branches" collected at flowering period.
4. Differences were observed on the exportation of the nutrients among the two varieties concerned to fruit growth period.
5. At the flowering and dormant period differences were observed on the content of nutrients in the leaves, "trunk + branches" on the two varieties.
6. The nutrient exportation by the fruits obeyed the following order: $K > N > P > S \geq Ca > Mg > Fe > B > Cu > Mn \geq Zn > Mo$.

7. The nutrient extration by the aerial part of the apple trees obeyed the following order: $N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Cu = Mn = Zn$.

The second trial was carried out with 'Ohio Beauty' apples 1 year old, grown on sand culture, receiving nutrient solutions lacking the following nutrients at the time: N, P, K, Ca, Mg, S and B.

The main conclusions are:

1. The adequate and inadequate levels from leaves analisys were, respectively: N - 2,22 and 1,53%; P - 0,17 and 0,05%; K - 1,32 and 0,22%; Ca - 0,94 and 0,52%; Mg - 0,37 and 0,06%; S - 0,18 and 0,08%; B - 62 and 24 ppm.

2. The nutrient levels on leaves at the "hidden hungry" stage were: N - 1,74%; P - 0,07%; K - 0,30%; Ca - 0,65%; Mg - 0,09%; S - 0,09% and B - 33 ppm.

3. Characteristic symptoms of deficiency were identified with exception to phosphorus and sulfur.

8. LITERATURA CITADA

- BATJER, L.P., B.L. ROGERS e A.H. THOMPSON, 1952. Fertilizer applications as related to nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium utilization by apple trees. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* St. Joseph, Michigan, 60:1-6.
- BENSON, N.R., E.S. DEGMAN, I.C. CHMELIR e W. CHENNAULT, 1963. Sulphur deficiency in deciduous tree fruits. *Proc. Amer. Hort. Sci.* St. Joseph, Michigan, 83:55-62.
- BLAKE, M.A., G.T. NIGHTINGALE e O.W. DAVIDSON, 1936. Responses of young apple trees to nutrient deficiencies. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* St. Joseph, Michigan, 34:137-138.
- BRASIL. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos, 1960. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro. 634 p. (Boletim, 12)

- BURKE, T.J., 1969. *Cultura da maçã*. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. 99 p.
- CATANI, R.A. e A.O. JACINTO, 1974. *Avaliação da fertilidade do solo, métodos de análise*. Piracicaba, ESALQ. 61 p.
- CHANDLER JÚNIOR, R.F., 1936. 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.
- CHAPMAN, H.D., 1966. *Diagnostic criteria for plant and soils*. California, University Division of Agricultural Sciences. 793 p.
- CHILDERS, N.F., Ed., 1966. *Nutrition of fruit crops, tropical, subtropical, temperate tree and small fruits*. Horticultural publication, New Jersey. 888 p.
- CHIU, T.F. e C. BOULD, 1977. Sand culture studies on the calcium nutrition of young apple trees with particular reference to bitter pit. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* St. Joseph, Michigan, 52:19-28.
- FRANCO, J.A.M. e W.R. JUNQUEIRA, 1979. *Cultivares de Macieira para o Estado de São Paulo*. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. 8 p. (mimeografado).

- GREENHAM, D.W.P., 1976. *The fertilizer requirements of fruit trees*. London, The Fertiliser Society of London. 32 p.
- HENTSCKE, R., 1978. Fruticultura de clima temperado no Brasil: situação e perspectivas. In: I Encontro Nacional de Fruticultura de Clima Temperado, Florianópolis. 17 p. (mimeografado).
- HIROCE, R.; M. OJIMA; J.R. GALLO; O.C. BATAGLIA; P.R. FURLANI e A.M.C. FURLANI, 1979. Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais e temperados. In: Anais do 5º Congresso Brasileiro de Fruticultura, Pelotas. v.1, p. 179-194.
- IUCHI, T.; V.W.D. CASALI; J.L. PETRI; A.R. CONDE; O. ANDERSEN e V.L. IUCHI, 1979. Efeito do desbaste de frutos sobre a produção de macieira (*Mahus domestica* Borkh). In: Anais do V Congresso Brasileiro de Fruticultura, Pelotas, v. 1, 406 p.
- LUDDERS, P., 1979. The effect of nitrogen nutrition on bitter pit in apples. *Commun. in Soil Science and Plant Analysis*. Athens, Georgia, 10:401-415.
- MARCELLE, R., 1976. Evolutions saisonnières des compositions minérales des feuilles et des fruits dans deux vergers de pommiers golden. In: 4th International Colloquium on the Control of Plant Nutrition. Gent, Rijksuniversiteit. v. 1, p. 169-177.

- PIMENTEL GOMES, F., 1973. *Curso de Estatística Experimental*. 7a. ed. São Paulo, Livraria Nobel. 430 p.
- SÃO PAULO, Secretaria da Agricultura. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1977. *Fruteiras de Clima Temperado*. Campinas. 39 p. (mimeografado).
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto Agrônomo, 1977. *Tabelas de adubação e calagem*. Campinas. 196 p.
- SÃO PAULO. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1972. *Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo (período 1941-1970)*, São Paulo, 84 p.
- SARRUGE, J.R., 1970. *Práticas de nutrição mineral de plantas*. Curso de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Piracicaba, ESALQ.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ. 56 p.
- SCHNEIDER, G.W., C.E. CHAPLIN e D.C. MARTIN, 1978. Effect of apple rootstock, tree spacing and cultivar on fruit and tree size, yield and foliar mineral composition. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* St. Joseph, Michigan, 103:230-232.

- SMITH, C.B. e G.A. TAYLOR, 1952. Tentative optimum leaf concentrations of several elements for Eberta peach and Stayman apple in Pennsylvania orchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* St. Joseph, Michigan, 60:33-41.
- TROCMÉ, S. e R. GRAS, 1966. *Suelo y fertilizacion en fruticultura*. Madrid, Ediciones Mundi Prensa. 364 p.
- TROMP, J., 1975. The effect of temperature on growth and mineral nutrition of fruits of apple, with special reference to calcium. *Physiol. Plant.*, Lund, Sweden, 33: 87-93.
- TROMP, J. e J. OELE, 1972. Shoot growth and mineral composition of leaves and fruits of apple as affected by relative air humidity. *Physiol. Plant.* Lund, Sweden, 27: 253-258.
- TRZCINSKI, T., 1976. Neuf ans d'etudes sur l'evolution des teneurs minerales des feuilles de quatre varietes de pommiers en verger laisse sans fumure. In: 4th International Colloquium on the Control of Plant Nutrition. Gent, Rijksuniversiteit. v. 1, p. 127-138.
- USHIROZAWA, K., 1978. *A cultura da maçã*. Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. 295 p.

VILELA, M.R., 1978. O mercado interno de frutas de clima tem
perado à nível de atacado, 1975, 1976 e 1977 (1º semestre).
In: I Encontro Nacional de Fruticultura de Clima Temperado,
Florianópolis. 13 p. (mimeografado)

WILKINSON, B.G. e M.A. PERRING, 1964. Changes in the
chemical composition of apples during development and near
picking time. *J. Sci. Fd. Agric.* London, England, 15:
146-152.