

CARÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES AFETANDO O CRESCIMENTO,
CONCENTRAÇÃO, ACUMULO E INTERAÇÃO DE NUTRIENTES NA
VIDEIRA CV 'NIAGARA ROSADA', DESENVOLVIDA EM
SOLUÇÃO NUTRITIVA

MAURILO MONTEIRO TERRA

Engenheiro-Agrônomo
Seção de Viticultura
Insitudo Agronômico do Estado de São Paulo
Bolsista do Conselho Nacional de
Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Orientador: Prof. Dr. Moacyr de
O.C. do Brasil Sobrinho

Dissertação apresentada à Es
cola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Univer
sidade de São Paulo, para ob
tenção do título de Mestre em
Agronomia - Área de Concentra
ção: Solos e Nutrição de Plan
tas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro, 1983

A memória de minha mãe Zoraide,
que tão cedo nos deixou,
dedico
este trabalho.

AGRADEÇO

Ao Prof. Dr. Moacyr de Oliveira Camponez do Brasil Sobrinho pela orientação, amparo e incentivo durante a execução deste trabalho.

Ao meu particular amigo e colega Ivan José Antunes Ribeiro pelo auxílio, colaboração e estímulo à realização do presente trabalho.

Aos Engenheiros-Agrônomos Joel Irineu Fahl, Rûter Hiroce e Toshio Igue, do Instituto Agronômico, pela colaboração na condução do experimento e orientação na execução das análises estatísticas.

Ao Engenheiro-Agrônomo Erasmo José Paioli Pires, do Instituto Agronômico, pelo auxílio da produção fotográfica.

À Bibliotecária Maria Lúcia Nery Dutra de Castro, do Instituto Agronômico, pela correção das referências bibliográficas.

Aos funcionários do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Antonio Allé, Afonso Celso de Souza Gomide, Sebastião Donizeti Faria e Nereu Pedro dos Santos, da Seção de Viticultura e, Arlindo Sales Nogueira, Hermínia Leoni e Luiz Antonio Leite, da Seção de Fisiologia Vegetal.

À minha companheira Sandra e aos meus filhos Giuliano e Felipe.

Ao meu estimado pai Aracy e à minha sogra Paschoalina, pelo constante incentivo.

Ao Instituto Agronômico do Estado de São Paulo e à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela oportunidade oferecida à realização do Curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de pesquisa.

I N D I C E

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xviii
SUMMARY	xx
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Desenvolvimento das plantas	5
2.2. Concentração de nutrientes	10
2.3. Absorção de nutrientes	33
2.4. Sintomas de deficiências minerais	38
3. MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1. Cultivar estudado	41
3.2. Material de propagação	42
3.3. Seleção dos sarmentos	43
3.4. Registro da temperatura e umidade relativa do ar na casa de vegetação	43
3.5. Preparo dos sarmentos	45
3.6. Instalação do experimento	45

	Página
3.7. Tratamentos	49
3.8. Controle fitossanitário	50
3.9. Descrição de sintomas de deficiências mi- nerais, coleta das plantas e preparo do material vegetal para análise	50
3.10. Análises químicas	52
3.11. Análises estatísticas	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1. Sintomatologia das deficiências minerais	54
4.1.1. Sintomas de deficiência de nitrogênio ..	55
4.1.2. Sintomas de deficiência de fósforo	58
4.1.3. Sintomas de deficiência de potássio	61
4.1.4. Sintomas de deficiência de cálcio	66
4.1.5. Sintomas de deficiência de enxofre	68
4.1.6. Quadro resumido do diagnóstico de de- ficiências minerais em videira do cul- tivar Niagara Rosada (<i>Vitis labrusca</i> L. x <i>Vitis vinifera</i> L.) nas condições do ensaio, em solução nutritiva com omissão de nutrientes	70
4.2. Desenvolvimento das plantas	73
4.2.1. Número de folhas, altura da parte aé- rea e comprimento da raiz	73

4.2.2. Peso da matéria seca total e dos diferentes órgãos da planta	78
4.2.3. Taxas diárias de crescimento da parte aérea e de acúmulo de matéria seca	85
4.3. Concentração de nutrientes	86
4.3.1. Concentração de macronutrientes	86
4.3.1.1. Nitrogênio	86
4.3.1.2. Fósforo	100
4.3.1.3. Potássio	112
4.3.1.4. Cálcio	124
4.3.1.5. Magnésio	132
4.3.1.6. Enxofre	144
4.3.2. Concentração de micronutrientes	151
4.3.2.1. Boro	151
4.3.2.2. Cobre	159
4.3.2.3. Ferro	167
4.3.2.4. Manganês	173
4.3.2.5. Zinco	183
4.4. Absorção de nutrientes	190
4.4.1. Absorção de macronutrientes	190
4.4.2. Absorção de micronutrientes	195
4.4.3. Acúmulo porcentual dos nutrientes	198

4.4.4. Taxa diária de absorção de macro- nutrientes	199
5. CONCLUSÕES	201
5.1. Desenvolvimento das plantas	201
5.2. Sintomas de deficiências minerais	202
5.3. Concentração de nutrientes	202
5.4. Absorção de nutrientes	204
6. LITERATURA CITADA	205

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA	
1 Composição química e quantidade da solução estoque (ml/l) utilizadas no preparo das soluções nutritivas	47
2 Resumo da análise da variância do número de folhas por planta, altura da parte aérea por planta (cm) e comprimento da raiz por planta (cm) .	74
3 Médias do número de folhas, da altura da parte aérea (cm) e do comprimento da raiz (cm), por tratamento	75
4 Resumo da análise da variância do número de folhas por planta, altura da parte aérea por planta (cm) e comprimento da raiz por planta (cm), considerando-se os dados em valor relativo	77
5 Médias do número de folhas, da altura da parte aérea (cm) e do comprimento da raiz (cm), por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo	77

TABELA

Página

6	Resumo da análise da variância do peso da matéria seca total (mg /planta), das folhas (mg /planta), dos caules (mg /planta) e das raízes (mg /planta)	79
7	Médias dos pesos da matéria seca total (mg /planta) e dos diversos órgãos da planta (mg /planta), por tratamento	80
8	Resumo da análise da variância do peso da matéria seca total (mg /planta), das folhas (mg /planta), dos caules (mg /planta) e das raízes (mg /planta), considerando-se os dados em valor relativo ..	83
9	Médias dos pesos da matéria seca total (mg /planta) e dos diversos órgãos da planta (mg /planta), por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo	83
10	Taxas diárias de acúmulo de matéria seca e de crescimento da parte aérea em quatro estádios de desenvolvimento da planta	85
11	Resumo da análise da variância da concentração de N (%) nas folhas, caules e raízes	87

TABELA		Página
12	Médias dos teores de N (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento	88
13	Resumo da análise da variância da concentração de N(%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo	99
14	Médias dos teores de N(%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo	99
15	Resumo da análise da variância da concentração de fósforo (%) nas folhas, caules e raízes	101
16	Médias dos teores de fósforo (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento ..	102
17	Resumo da análise da variância da concentração de fósforo (%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo	111
18	Médias dos teores de fósforo (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo	111

TABELA	Página
19	Resumo da análise da variância da concentração de potássio (%) nas folhas, caules e raízes 113
20	Médias dos teores de potássio (%) na matéria se <u>ca</u> dos diversos órgãos da planta, por tratamento 114
21	Resumo da análise da variância da concentração de potássio (%) nas folhas, caules e raízes, con <u>si</u> derando-se os dados em valor relativo 123
22	Médias dos teores de potássio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo . 123
23	Resumo da análise da variância da concentração de cálcio (%) nas folhas, caules e raízes 125
24	Médias dos teores de cálcio (%) na matéria se <u>ca</u> dos diversos órgãos da planta, por tratamento .. 126
25	Resumo da análise da variância da concentração de cálcio (%) nas folhas, caules e raízes, con <u>si</u> derando-se os dados em valor relativo 133

TABELA

Página

26	Médias dos teores de cálcio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo ...	133
27	Resumo da análise da variância da concentração de magnésio (%) nas folhas, caules e raízes	134
28	Médias dos teores de magnésio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento .	135
29	Resumo da análise da variância da concentração de magnésio (%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo	143
30	Médias dos teores de magnésio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo .	143
31	Resumo da análise da variância da concentração de enxofre (%) nas folhas, caules e raízes	145
32	Médias dos teores de enxofre (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento	146

TABELA

Página

33	Resumo da análise da variância da concentração de enxofre (%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo	150
34	Médias dos teores de enxofre (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo .	150
35	Resumo da análise da variância da concentração de boro (ppm) nas folhas, caules e raízes	152
36	Médias dos teores de boro (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento	153
37	Resumo da análise da variância da concentração de boro (ppm) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo	158
38	Médias dos teores de boro (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo .	158
39	Resumo da análise da variância da concentração de cobre (ppm) nas folhas, caules e raízes	160

TABELA	Página
40 Médias dos teores de cobre (ppm) na matéria se- ca dos diversos órgãos da planta, por tratamento .	161
41 Resumo da análise da variância da concentração de cobre (ppm) nas folhas, caules e raízes, con- siderando-se os dados em valor relativo	166
42 Médias dos teores de cobre (ppm) na matéria se- ca dos diversos órgãos da planta, por tratamen- to, considerando-se os dados em valor relativo ...	166
43 Resumo da análise da variância da concentração de ferro (ppm) nas folhas, caules e raízes	168
44 Médias dos teores de ferro (ppm) na matéria se- ca dos diversos órgãos da planta, por tratamento ..	169
45 Resumo da análise da variância da concentração de ferro (ppm) nas folhas, caules e raízes, con- siderando-se os dados em valor relativo	174
46 Médias dos teores de ferro (ppm) na matéria se- ca dos diversos órgãos da planta, por tratamen- to, considerando-se os dados em valor rela- tivo	174

TABELA	Página
47	Resumo da análise da variância da concentração de manganês (ppm) nas folhas, caules e raízes 176
48	Médias dos teores de manganês (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento . 177
49	Resumo da análise da variância da concentração de manganês (ppm) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo 182
50	Médias dos teores de manganês (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo 182
51	Resumo da análise da variância da concentração de zinco (ppm) nas folhas, caules e raízes 184
52	Médias dos teores de zinco (ppm) na matéria se <u>ca</u> dos diversos órgãos da planta, por tratamento . 185
53	Resumo da análise da variância da concentração de zinco (ppm) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo ... 189

TABELA

Página

54	Médias dos teores de zinco (ppm) na matéria <u>se</u> ca dos diversos órgãos da planta, considerando se os dados em valor relativo	189
55	Quantidade média absorvida de macronutrientes e produção de matéria seca (mg/planta) nos di versos órgãos da planta, em quatro estádios de desenvolvimento	191
56	Quantidade média absorvida de micronutrientes e produção de matéria seca (mg/planta) nos di versos órgãos da planta, em três estádios de desenvolvimento	196
57	Distribuição porcentual do acúmulo dos nutrien <u>u</u> tes nas partes da videira em relação ao total ..	199
58	Taxa diária de absorção de macronutrientes (mg/pl) em quatro estádios de desenvolvimento da planta .	200

CARÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES AFETANDO O CRESCIMENTO,
CONCENTRAÇÃO, ACÚMULO E INTERAÇÃO DE NUTRIENTES NA
VIDEIRA CV. 'NIAGARA ROSADA', DESENVOLVIDA EM
SOLUÇÃO NUTRITIVA

Maurilo Monteiro Terra

Orientador: Prof. Dr. Moacyr de
O.C. do Brasil Sobrinho

RESUMO

Com o objetivo de verificar os efeitos de N, P, K, Ca e S no desenvolvimento das plantas através da omissão de cada nutriente, sarmentos com uma gema do cultivar Niagara Rosada foram desenvolvidos em solução nutritiva, em condições de casa de vegetação.

Sintomas de deficiência bem definidos de N e Ca, P e K, e S foram caracterizados 36, 73 e 84 dias, respectivamente, depois da omissão dos nutrientes.

O desenvolvimento das plantas foi severamente afetado pela omissão de N e P , e menos afetado pela omissão de K , Ca e S. O peso da matéria seca das raízes foi influenciado apenas pelos elementos P e K.

Os teores médios de N , P , K , Ca e S encontrados nas diferentes partes da planta estudadas foram influenciados, diretamente, pelas respectivas omissões destes elementos.

Os teores médios de Cu , Mn e Zn nas folhas, caules e raízes, de uma maneira geral, diminuíram com a idade da planta, enquanto que os teores de B e Fe nesses mesmos órgãos não foram afetados pela idade da planta.

Ocorreram diversas interações entre os nutrientes nas diferentes partes da planta.

As quantidades totais de N, K e Ca foram absorvidas com mais intensidade pelas plantas do que as de outros nutrientes.

A quantidade absorvida de nutrientes pelos órgãos das plantas, até 105 dias depois do plantio, apresentou a seguinte ordem decrescente: raízes > folhas > caules, enquanto que nos estádios subsequentes de desenvolvimento a ordem decrescente foi: folhas > caules > raízes.

LACK OF MACRONUTRIENTS AFFECTING GROWTH,
CONCENTRATION, ACCUMULATION AND INTERACTION
OF NUTRIENTS ON GRAPEVINE CV. "NIAGARA ROSADA"
GROWN ON NUTRIENT SOLUTION

Maurilo Monteiro Terra

Adviser: Moacyr de
O. C. do Brasil Sobrinho

SUMMARY

Cuttings with one bud of the cultivar "Niagara Rosada" were grown in nutrient solution, under greenhouse conditions, in order to verify the effects of N , P , K , Ca and S on the development of the plants through omission of each nutrient.

Well defined deficiency symptoms of N and Ca, P and K, and S were characterized 36, 73 and 84 days, respectively, after the omission of the nutrients.

Leaf, stem and total dry weight of the plants were drastically reduced by the omission of N and P. The other nutrients studied affected only moderately the plant growth. Root dry weight was influenced only by P and K.

N, P, K, Ca and S contents within the different plant organs were directly influenced by the respective omissions of these elements.

Cu, Mn and Zn levels in leaves, stem and roots decreased, in general, with plant age, whereas no effect of age was observed for B and Fe contents.

Different interactions among nutrients in different plant parts were observed.

Total uptake was always greater for N, K and Ca than for other elements during the development of the plants.

The nutrient amount of the plants decreased up to 105 days after planting in the following order: roots, leaves and stem, whereas for the subsequent stages of growth, nutrient amount decreased in the following order: leaves, stem and roots.

1. INTRODUÇÃO

A videira é cultivada em todo o mundo numa área de 10.101.000ha, com uma produção de 61.739.000t e rendimento médio de 6.122Kg /ha (F.A.O., 1981).

No Brasil, a área cultivada em 1982 foi de 57.548ha, com produção de 688.589t e rendimento médio de 11.965Kg /ha, ocupando no âmbito mundial o 23º, o 19º e o 8º lugar, respectivamente a cada item (BRASIL, 1982).

Os principais Estados produtores, detendo 99,88% da produção nacional são: Rio Grande do Sul, com área de 38.672ha, produção de 429.882t e rendimento médio de 11.116Kg/ha; São Paulo, com área de 10.290ha, produção de 149.040t e rendimento médio de 14.484Kg/ha; Santa Catarina, com área de 5.080ha, produção de 80.530t e rendimento médio de 15.852Kg/ha; Paraná, com área de 2.205ha, produção de 19.258t e rendimento médio de 8.734Kg/ha; Minas Gerais, com área de 607ha, produção de 2.609t e rendimento médio de 4.298Kg/ha, e mais recentemen-

te, o Estado de Pernambuco, com área de 524ha, produção de 6.440t e rendimento médio de 12.290Kg/ha (BRASIL, 1982).

A produção paulista de uvas para mesa, no período de 1975 a 1982, mostrou um crescimento anual da ordem de 2,7%, enquanto que a de uva para indústria, apresentou um decréscimo de 5,9% (SÃO PAULO, 1982).

A existência de cultivares introduzidos, originários de mutação somática ou obtidos por hibridação no Instituto Agrônomo de Campinas e adaptados ao clima do Estado de São Paulo, cuja produção precoce resulta em importante fator econômico, permite exportação vantajosa para grandes mercados consumidores em relação à Argentina, Uruguai, Chile e até mesmo a Estados do sul do país, cuja colheita é tardia. As exportações de uvas frescas têm como principais mercados Argentina, Suécia, Estados Unidos, Finlândia, Canadá e Países Baixos que, em conjunto, responderam até agora por 85% do valor exportado (SÃO PAULO, 1983).

Relativamente às entradas na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP), principal ponto de formação de preços ao nível de atacado na Região Centro-Sul, no período de 1970 a 1981 observou-se nítida tendência de aumento da oferta de uvas cultivares Niagara Rosada e Itália, sendo que em 1970 foram comercializadas na CEAGESP 2.601.000 caixas de 8Kg cada de uva 'Niagara Rosada' e 301.000 caixas de 8Kg cada de 'Itália', aumentando-se essas quan

tidades no ano de 1981 para 3.480.000 caixas e 1.460.000 caixas, respectivamente (SÃO PAULO, 1983).

Os preços do mercado interno têm importância decisiva sobre os níveis de consumo e é evidente que as pesquisas na área de nutrição contribuiriam para aumentar a produção, reduzindo o preço de modo a permitir o consumo "in natura" de uvas pelas classes sociais de renda mais baixas.

A cultura de uvas rústicas para mesa, com base no cultivar Niagara Rosada, principalmente, é a mais difundida e de maior importância econômica no Estado de São Paulo, constituindo atualmente cerca de 90% das variedades plantadas no Estado e abrangendo, aproximadamente, 36 milhões de pés, com área de 7.200ha, produção de 110.000t de uvas frescas e valor estimado de 8 bilhões de cruzeiros.

Sabe-se que 90% dos vinhedos desse cultivar acham-se concentrados nas regiões próximas a Jundiaí, Campinas e Sorocaba.

Embora seja sumamente importante a cultura da uva no Brasil, existe pequena quantidade de trabalhos experimentais referente à nutrição mineral, necessitando portanto de estudos básicos fundamentados na concentração e absorção de nutrientes, desenvolvimento das plantas e descrição de sintomas de deficiências minerais visando o reconhecimento de sintomas e possíveis correções de deficiências minerais.

Além disso, ocorrem sintomas de deficiências de potássio, boro ou ferro semelhantes aos provocados por doenças causadas por vírus, por pragas causadas por insetos, por danos de temperatura ou por fertilização excessiva de nitrato de cálcio (REFATTI, 1971).

O presente trabalho, através do cultivo de plantas de videira em solução nutritiva, teve os seguintes objetivos:

- a) obtenção de sintomas de deficiências minerais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre;
- b) avaliação do desenvolvimento das plantas;
- c) determinação da concentração de nutrientes nos diversos órgãos das plantas cultivadas nos diversos tratamentos;
- d) determinação da quantidade absorvida de nutrientes pelos vários órgãos das plantas em diferentes estádios de desenvolvimento nos tratamentos com as soluções nutritivas completas;
- e) verificação dos efeitos da omissão e presença de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre sobre o desenvolvimento e composição mineral das plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Desenvolvimento das plantas

HAGLER e SCOTT (1949), conduzindo os cultivares Dulcet e Hunt de videiras do gênero *Muscadinia*, durante dois meses, em solução nutritiva, tendo como substrato areia de quartzo, em casa de vegetação, encontraram os seguintes comprimentos de crescimento dos ramos nos diferentes tratamentos:

Tratamentos	cv Dulcet (cm)	cv Hunt (cm)
-N	119	56
-P	215	229
-K	167	149
-Ca	235	260
Completo	310	318

Observa-se que a omissão dos nutrientes ocasionou um retardamento no crescimento dos ramos, retardamento este mais acentuado no tratamento com omissão de nitrogênio.

Utilizando três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva: 42 , 210 e 1.050mg/l, BERGMAN *et alii* (1960) observaram o crescimento de mudas enraizadas de um ano e analisando após 16 semanas os órgãos dos diferentes lotes, verificaram que a carência de N produziu o mais fraco crescimento em relação às carências de outros nutrientes. A carência de N agiu sobre a haste, os pecíolos e os limbos. Constataram também que a carência grave de P provocou menor crescimento e menor produção de matéria seca. Colocaram o potássio entre os elementos (juntamente com N) cuja ausência refletiu mais sobre os parâmetros de crescimento. Obtiveram também um crescimento reduzido e um baixo peso de matéria seca do caule e da folha em caso de ausência de Ca na solução.

Os mesmos autores encontraram os seguintes valores para algumas características:

Tratamen- tos	Comprimento dos ramos (cm)	Peso da Matéria seca das raízes (gramas)	Peso da matéria seca dos ramos (gramas)	Peso da matéria seca dos pecíolos e límbos (gramas)
-N	109	16	6	13,2
-P	209	27	12	24,5
-K	190	18	6	16,7
-Ca	215	20	12	27,5
Completo	625	22	25	43,0

Verifica-se que a omissão dos elementos essenciais causou uma drástica paralização no crescimento dos ramos, paralização esta mais acentuada no tratamento com omissão de N. Com relação ao acúmulo de peso de matéria seca das raízes nenhum dos tratamentos produziu significativamente menor crescimento da raiz em comparação ao tratamento completo. Quanto ao acúmulo de peso da matéria seca dos ramos os tratamentos -N e -K foram significativamente menores em relação à solução completa. No tocante ao acúmulo de peso de matéria seca dos pecíolos e límbos, os tratamentos -N e -K produziram menor peso que o completo. Finalmente, com relação ao peso de matéria seca total acumulado os valores para os tratamentos -N, -P, -K e -Ca foram significativamente menores em comparação à solução completa.

Hiroyasu (1963), citado por DELMAS (1971), no Japão, estudando o cultivar Black Queen, notou uma influência preponderante de nitrogênio sobre o crescimento e o efeito de uma carência nitrogenada sobre o vigor e a produção de frutos.

Ismail *et alii* (1963), citados por DELMAS (1971), no Cairo, relataram que as videiras mal nutridas em nitrogênio tinham um crescimento reduzido.

Na França, cultivando videiras do cultivar Merlot em solução nutritiva, tendo como substrato areia quartzosa, onde se variavam as concentrações das soluções de $P = 2$ a 50mg/l e $K = 10$ a 200mg/l , e permanecendo constantes as concentrações de $N = 135\text{mg/l}$, $Mg = 36\text{mg/l}$ e $Ca = 140\text{mg/l}$, DELMAS (1964), obteve uma variação no 1º ano no crescimento médio total dos ramos principais até a maturação da seguinte ordem: para $K = 100\text{mg/l}$, de 124cm para $P = 2\text{mg/l}$ a 587cm , para $P = 10\text{mg/l}$ e, para $P = 10\text{mg/l}$, de 582cm para $K = 50\text{mg/l}$ a 587cm para $K = 100\text{mg/l}$. A variação do crescimento médio dos ramos principais até a maturação no 2º ano, foi de 146cm para $P = 2\text{mg/l}$ a 1.017cm para $P = 10\text{mg/l}$ e de 562cm para $K = 10\text{mg/l}$ a 1.098cm para $K = 50\text{mg/l}$.

Desenvolvendo videiras do cultivar Sultana em soluções nutritivas completas e ausentes de N , P , K , Ca , Mg ou S , ALEXANDER e WOODHAM (1970), determinaram as médias de comprimento (em cm) dos ramos principais, quando da coleta correspondente, a saber: solução completa = 130 , solução sem $N = 30$, solução sem $P = 56$, solução sem $Ca = 35$, solução sem $K = 53$, solução sem $S = 53$, solução sem $Mg = 105$. Os mesmos autores determinaram e encontraram os seguintes pesos de matéria seca das raízes: solução completa = $23,5\text{g}$, solução sem $N = 6,0\text{g}$, solução sem $P = 7,7\text{g}$, solução sem $Ca = 0,2\text{g}$, solução sem $K = 3,0\text{g}$, solução sem $S = 5,7\text{g}$ e solução sem $Mg = 5,0\text{g}$.

DELMAS (1971), na França, cultivando videiras do cultivar Merlot em solução nutritiva, tendo como substrato

areia de quartzo, estudou o efeito da concentração da solução sobre o crescimento dos ramos, medindo seu comprimento total. O primeiro sintoma das deficiências é revelado pelo crescimento limitado dos ramos. As conclusões a que o autor chegou foram: a) o nitrogênio é um elemento necessário ao crescimento e sua insuficiência afeta o comprimento dos ramos; b) o fósforo influi, de uma forma geral, sobre todos os órgãos da planta e sua carência resulta numa redução dos mesmos, ficando as plantas com dimensões menores; c) o potássio é um elemento essencial mais à formação e ao desenvolvimento dos órgãos do que ao seu crescimento. A insuficiência de K conduz a planta a crescimento reduzido; d) o magnésio não influi sobre o crescimento como o nitrogênio, fósforo e potássio.

Na Itália, conduzindo um experimento em casa de vegetação com videiras de 1 ano do cultivar Merlot enxertado sobre 'Cosmo 2' e variando as soluções nutritivas com doses crescentes de nitrogênio, IANNINI e EGGER (1972), obtiveram os seguintes pesos de matéria seca nos diversos órgãos da videira: 17,97g nas folhas; 18,34g nos ramos e 36,31 g nas folhas + ramos, quando utilizaram o tratamento com omissão de N e, 61,07g nas folhas, 29,52g nos ramos e 90,59g nas folhas + ramos, quando utilizaram o tratamento com maior concentração de N.

Em Campinas, SP, comparando os porta-enxertos 'Riparia do Traviú' , 'Kober 5BB' , 'RR 101-14' , 'IAC 766' e 'IAC 571-6' , quanto ao pegamento, desenvolvimento e extração

de macronutrientes, PEREIRA *et alii* (1976), obtiveram, respectivamente, as seguintes variações de desenvolvimento dos cinco porta-enxertos em latossolo roxo misturado, sob ripado, usando como parâmetro o peso de matéria seca de folhas, ramos e raízes da planta: 6,59 a 28,05g /planta, 7,48 a 27,62g /planta e 1,85 a 4,68g /planta.

2.2. Concentração de nutrientes

A concentração de um nutriente na planta como um todo ou em alguma parte dela é função do solo, clima, planta, idade da planta, manejo e outros fatores (ULRICH, 1943). Logo, os dados mencionados nesta revisão de literatura com relação à concentração de nutrientes na videira, níveis adequados ou deficientes, são muito variáveis.

Estudando videiras da espécie *Vitis vinifera*, Lagatu e Maumé (1934), citados por DELMAS (1971), estabeleceram os níveis de carência de N baseados no diagnóstico foliar e forneceram os seguintes índices: $N < 3,2\%$ na matéria seca de folha no início do florescimento, $N < 2,5\%$ no início da maturação dos frutos e $N < 1,75\%$ na maturação. Os mesmos autores encontraram os seguintes níveis de fósforo nos limbos das folhas basais: $0,26\%$ de P no início do florescimento, $0,12\%$ na maturação e $0,22\%$ para o valor médio durante o crescimento da planta.

CAVAZZA (1934), analisando em diversas épocas, partes verdes da planta com o propósito de verificar a distribuição da absorção dos principais nutrientes contidos na folha da videira, constatou os seguintes resultados: 2,92% de N, 0,33% de P, 1,49% de K e 2,45% de Ca no florescimento, 2,28% de N, 0,16% de P, 1,59% de K e 3,82% de Ca na frutificação, e 1,86% de N, 0,17% de P, 1,26% de K e 5,32% de Ca na maturação.

Em Maryland, E.U.A., em condições de campo, BRUNSTETTER *et alii* (1939), determinaram os teores de oito nutrientes nas segundas folhas da base de ramos novos de videiras cultivar Niagara, os quais foram os seguintes: 5,10% de N, 0,53% de P, 1,54% de K, 0,30% de Mg, 0,87% de Ca, 149ppm de Fe, 162ppm de Mn e 25ppm de Cu.

ASKEW (1944), na Nova Zelândia, relatou um caso de combinação de deficiências de K e B em videiras do cultivar Albany Surprise, encontrando teores de potássio nas folhas das videiras que apresentavam sintomas mais severos de deficiência, de 0,32 a 0,38%, enquanto que nas folhas sadias esses teores eram de 0,54 a 0,71% de K. Relatou também o nível crítico para o boro nas folhas variando de 15 a 20ppm.

BOYNTON (1945), em New York, E.U.A., relatou que videiras dos cultivares Portland e Delaware mostraram sintomas severos de deficiência de potássio quando as folhas coletadas em setembro apresentavam teor de 0,25% de K e sintomas inci-

plantes de deficiência de potássio quando as folhas continham teor de 0,61% de K.

Na França, em diversas regiões, MAUMÉ e DULAC (1948), amostrando folhas de videiras em diferentes épocas do ciclo vegetativo, concluíram que os seguintes teores nas folhas eram suficientes para que a planta estivesse adequadamente nutrida: 3,2% de N (no início do florescimento) a 1,75% de N (na maturação dos frutos), 0,26 a 0,17% de P e 2,5 a 1,65% de K. Concluíram também que os teores de K, nas folhas baixas, menores que 0,85% no florescimento e 0,25% na colheita corresponde a uma grave deficiência denominada "brunissure" (folha preta).

Na avaliação de 56 vinhedos do cultivar Concord, em Ohio, E.U.A., BEATTIE e FORSHEY (1954), estabeleceram as concentrações críticas no pecíolo baseadas numa produção mínima de 8,6t/ha, a saber: 0,77% de N, 0,14% de P, 2,00% de K, 0,70% de Ca, 0,15% de Mg, 308ppm de Mn, 93ppm de Fe, 20,3ppm de B, 30,6ppm de Cu e 7,4ppm de Zn.

DEPARDON e BURON (1954), na França, em experimento conduzido na Estação Agronômica e Ecológica de Blois, I.N.R.A., determinaram teores médios de potássio nas folhas, após a aplicação de diversas dosagens de K_2O , durante cinco anos. Os valores variaram de 0,56 a 1,17% de K.

Forshey (1954), citado por SHAULIS e KIMBALL (1956), estimou os níveis ótimos de alguns nutrientes em folhas coletadas em meados de julho do cultivar Concord. Os va

lores encontrados foram: 0,20% de P e 1,50% de K para os pecíolos e 3,0% de N para os limbos.

Num levantamento nutricional de vinhedos, na França, analisando as duas primeiras folhas da base dos brotos de frutificação, e coletadas no início e fim do florescimento e por ocasião do início da maturação e maturação dos frutos, VETTORI (1954), encontrou, respectivamente, os seguintes teores de nutrientes: 4,2% ; 3,5% ; 3,0% e 3,3% de N; 0,26%; 0,17% ; 0,22% e 0,22% de P e, 0,92% ; 1,17% ; 1,42% e 1,17% de K.

Na Alemanha, Gärtel (1955), citado por VERONA (1958), encontrou os teores ótimos de boro na matéria seca dos diversos órgãos da videira do cultivar Mosella, a saber: nos ramos velhos e nas raízes 12 -16ppm e nas folhas 25 -50ppm

KOBAYASHI *et alii* (1955), no Japão, cultivando videiras do cultivar Delaware em solução nutritiva, tendo como substrato areia de quartzo, encontraram os teores ótimos de N, P e K para brotos em crescimento, para videiras em produção e para videiras fora de produção. Notaram que as exigências de fósforo e potássio foram maiores e as de nitrogênio menores para videiras em produção do que para videiras sem produção. As concentrações ótimas de N, P e K para videiras sem produção foram: 2,28 - 2,75% , 0,21 - 0,24% e 1,50 - 1,72% , respectivamente, e para as videiras em produção, 2,23 - 2,61% de N , 0,30% de P e 2,10% de K.

Baseados na avaliação de vinhedos do cultivar Concord, em Michigan, E.U.A. Larsen *et alii* (1955), citados por SHAULIS e KIMBALL (1956), estabeleceram os valores críticos para pecíolos de folhas coletados em julho e início de agosto, que foram: 0,81% de N , 0,31% de P , 1,99% de K , 1,66% de Ca e 0,41% de Mg.

Na Califórnia, E.U.A., comparando os níveis de P no limbo e no pecíolo coletados no início da maturação dos frutos, Cook e Kishaba (1956), citados por DELMAS (1971), concluíram que para 0,55 de P no pecíolo encontraram 0,29% de P no limbo, enquanto que para 0,07% no pecíolo encontraram 0,15% no limbo. Coletando os limbos das folhas do terço basal dos ramos, notaram que a carência de potássio manifestou-se para teores inferiores a 0,5% de K no florescimento.

Em New York, E.U.A. SHAULIS e KIMBALL (1956) , conduziram experimentos de adubação no campo, durante o período de 1944 a 1953, com videiras do cultivar Concord e determinaram os níveis adequados de nutrientes nas folhas: 1,70 - 3,20% de N , 0,50 - 2,30% de K e 0,40 - 0,80% de Mg.

SMITH *et alii* (1957), fazendo uma avaliação nutricional de 30 vinhedos com videiras do cultivar Concord, em terras do lago Erie, Pennsylvania, E.U.A., onde analisaram os pecíolos das folhas, encontraram um vinhedo com sintomas de deficiência de potássio. Os valores médios de 24 vinhedos que não apresentaram sintomas de deficiência de potássio e os do

único vinhedo com sintomas de deficiência desse nutriente foram, respectivamente: 1,38 e 1,40% de N , 0,26 e 0,26% de P , 2,19 e 0,73% de K , 0,84 e 1,09% de Ca , 0,25 e 0,85% de Mg , 490 e 1ppm de Mn e 26 e 38ppm de B.

BERGMAN *et alii* (1958), obtiveram uma correlação altamente significativa entre as composições do pecíolo e do ramo para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio , boro e manganês em videiras 'Concord' cultivadas em areia quartzosa durante 16 semanas. Os teores médios dos nutrientes encontrados foram: 1,06% de N , 0,37% de P , 5,72% de K , 0,99% de Ca , 0,45% de Mg , 56ppm de B , 35ppm de Fe , 24ppm de Cu e 46ppm de Zn nos pecíolos e, 1,05% de N , 0,26% de P , 2,37% de K , 0,62% de Ca , 0,27% de Mg , 36ppm de Mn , 45ppm de B , 40ppm de Fe , 22ppm de Cu e 34ppm de Zn nos ramos.

Na França, LELAKIS (1958), determinou, a partir do equilíbrio alimentar ótimo obtido por MAUMÉ e DULAC (1948), os níveis ótimos de nitrogênio, fósforo e potássio para videiras, determinados nas quartas e quintas folhas dos ramos de frutificação. Os teores encontrados foram de $3,75 \pm 0,97\%$ de N, $0,25 \pm 0,10\%$ de P e $1,31 \pm 0,27\%$ de K.

BRYANT *et alii* (1959), estudaram em experimentação de campo, em Washington, E.U.A., os fatores que afetavam a produção de uvas 'Concord' e encontraram os seguintes resultados de análise dos pecíolos de videiras: 0,89 - 1,38% de N , 0,12 - 0,41% de P , 2,05 - 5,31% de K , 1,18 - 2,06% de Ca e

0,17 - 0,56% de Mg.

Cultivando estacas enraizadas de um ano de idade, em soluções completas de nutrientes e soluções variando de zero a cinco vezes o nível da solução completa, em casa de vegetação, tendo como substrato areia de quartzo, BERGMAN *et alii* (1960), encontraram os seguintes níveis de nutrientes que foram associados com sintomas visíveis de deficiência nas plantas: 0,51% nos pecíolos e 0,63% nos ramos de N, 0,10% nos pecíolos e 0,11% nos ramos de P, 0,12% nos pecíolos e 0,27% nos ramos de K e 0,26% nos pecíolos de Ca.

Na Califórnia, E.U.A., conduzindo experimentos em três vinhedos no Vale de São Joaquim, com os cultivares Thompson Seedless de 20 anos de idade e 'Carignane' de 4 anos de idade, COOK *et alii* (1960), estabeleceram o nível crítico de 25ppm ou menos de boro nos pecíolos no florescimento.

GALLO e OLIVEIRA (1960), em Campinas, SP, estudaram a influência da época de amostragem, do porta-enxerto e da presença de cachos nos ramos, sobre a concentração dos principais nutrientes nas folhas de videira, usando plantas do cultivar Angélica (híbrido IAC 344-2), com três anos de idade, enxertado sobre os porta-enxertos 'Golia' e 'RR 101-14'. As amostras das folhas para análise foram coletadas no início do florescimento, entre bagas "chumbinho" e "grão de ervilha", entre "grão de ervilha" e "meia baga" e frutos maduros; a folha madura mais nova foi a colhida e correspondia à primeira

folha completamente desenvolvida, contada a partir da gema terminal. O teor de N variou de 3,00 a 4,10% , o de P de 0,205 a 0,495% , o de K de 1,19 a 2,00% , o de Ca de 0,91 a 1,22% e o de Mg de 0,165 a 0,230% .

Na África do Sul, BEYERS (1962), estudou uma estimativa de critérios de composição mineral da folha com limites máximos e mínimos do valor ótimo, baseados em revisão de literatura. Os valores estabelecidos foram: 1,6 - 2,4% de N, 0,12 - 0,40% de P , 0,8 - 1,6% de K , 1,6 - 2,4% de Ca, 0,20 - 0,60% de Mg , 20 - 300ppm de Mn , 60 - 180ppm de Fe , 3 - 20ppm de Cu e 25 - 100ppm de B.

Em estudo comparativo do porta-enxerto e da variedade através de seus efeitos na composição das folhas de videira, cultivadas em canteiros sob condições comparáveis de solo, tratamento cultural e clima da Estação Experimental de São Roque, do Instituto Agrônomo de Campinas, GALLO e RIBAS (1962), encontraram, para o cultivar Niagara Rosada sobre o porta-enxerto 'Traviú', 3,40% de N , 0,30% de P , 1,80% de K, 0,77% de Ca , 0,19% de Mg e 54ppm de B , enquanto que para o mesmo cultivar, plantado diretamente, sem enxertia, encontraram os seguintes teores: 3,55% de N , 0,26% de P , 1,95% de K, 1,08% de Ca , 0,12% de Mg e 31ppm de B. A amostragem para análise foi da primeira folha madura, a contar do ápice do ramo, à época do florescimento.

DELMAS (1964), na França, cultivando videiras

Vitis vinifera do cultivar Merlot em solução nutritiva, tendo como substrato areia de quartzo, encontrou para a concentração de K da solução igual a 100mg /l e para P variando de 2 a 50mg /l , permanecendo constantes os demais nutrientes essenciais, as seguintes variações nos teores das folhas coletadas no início da maturação dos frutos: N =2,74 a 5,78% , P =0,68 a 1,65% , K =0,31 a 0,79% , Ca =1,03 a 1,85% e Mg = 0,18 a 0,82% . Encontrou também para a concentração K da solução variando de 10 a 200mg /l e para P igual a 10mg /l , as seguintes variações nos teores das folhas colhidas na mesma época: N =3,63 a 5,35% , P =0,12 a 0,26% , K =0,10 a 0,70% , Ca =1,45 a 2,20% e Mg =0,29 a 0,97% .

Na Hungria, Kozma e Polyak (1964), citados por DELMAS (1971), cultivando videiras em solução nutritiva, tendo como substrato areia, mostraram que o teor de nitrogênio das folhas aumentou pouco quando o fornecimento em nitrogênio aumentou, mas cresceu de um modo mais acentuado quando o uso de fósforo foi aumentado, enquanto que o potássio não modificou o teor de N total na folha. Os mesmos autores variando a concentração de K na solução nutritiva de 5 a 720mg /l observaram um aumento paralelo do teor de K na folha (1,0 a 2,7%) sem que qualquer sinal de carência aparecesse.

HERNANDO e MENDIOLA (1965), em Ciudad Real, na Espanha, determinaram os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, em folhas de videiras, coleta

das em três épocas distintas: no florescimento, início da maturação e maturação. Os valores variaram de 1,71 - 3,91% de N, 0,6 - 0,33% de P , 0,24 - 1,43% de K , 1,48 - 4,80% de Ca , 0,33 - 1,06% de Mg e 1,47 - 1,73% de S.

Após várias pesquisas na França, Levy (1965), citado por DELMAS (1971), estabeleceu o limite crítico do teor de K em 1,25% no pecíolo para as quatro épocas de coletas clássicas de amostragem (início do florescimento, florescimento, início da maturação dos frutos e maturação). Este valor de K corresponde ao teor de 0,75% no limbo. O nível crítico do teor de Mg foi estabelecido em 0,20% .

Estudando o crescimento de videiras em solução nutritiva, SÁROSI (1965), na Hungria, mostrou que as folhas com teores inferiores a 100ppm de Fe apresentavam sintomas de deficiência desse elemento e também quando continham maior teor de Mn do que de Fe. Valores acima de 100ppm de Fe na folha foram considerados adequados.

Desenvolvendo videiras do cultivar Concord em soluções nutritivas com todos os nutrientes ou deficientes em potássio, em casa de vegetação, WOODBRIDGE e CLORE (1965), em Washington, E.U.A., coletaram amostras de pecíolos no 2º ano de experimentação, após 4 meses da brotação das gemas. O teor de potássio nos pecíolos com sintomas de deficiência desse elemento era de 0,28% , enquanto que, nos pecíolos de videiras desenvolvidas em solução nutritiva completa era de 3,56% . Em con

dições de campo, avaliaram os pecíolos de plantas com sintomas severos de deficiência de potássio e encontraram valores menores que 0,5% de K e geralmente menores que 0,25% , enquanto que em pecíolos de plantas normais encontraram teores de 2,05 até 5,31% de K .

Cultivando porta-enxertos de videiras dos cultivares Vialla , 41B e 333EM , em solução nutritiva, tendo como substrato areia e com ausência de cálcio, BRUZAU *et alii* (1968), na França, encontraram os seguintes teores médios de Ca nos três porta-enxertos: 0,16% a 0,24% nos limbos e 0,28% a 0,44% nos pecíolos. Após algum tempo da aplicação de nitrato de cálcio na solução nutritiva, as plantas deficientes tornaram-se normais, apresentando os seguintes teores médios de cálcio: 0,70% a 1,06% nos limbos e 1,04% a 1,28% nos pecíolos.

Estudando durante dois anos 14 variedades de videira em oito locais diferentes, STANIMIROVIĆ (1968), em Vojevodina, na Rússia, mostrou que análises foliares e de solo periódicas foram essenciais para a determinação correta dos teores de nutrientes nas plantas. Os valores médios encontrados nas folhas foram: 2,89 - 3,17% de N , 0,245 - 0,272% de P e 0,70 - 0,88% de K .

Conduzindo videiras do cultivar Sultana em soluções nutritivas ausentes de N , P , K , Ca , Mg ou S , ALEXANDER e WOODHAM (1970), concluíram que tecidos dos pecíolos das folhas basais revelaram ser as melhores amostras para diagnosticar

a carência de P , K , Ca e Mg . Os teores encontrados de 0,1% de P , 0,8% de K , 0,5% de Ca e 0,2% de Mg nos pecíolos foram considerados como indicadores de início de carência. Os mesmos autores verificaram que as videiras desse cultivar em solução nutritiva contendo todos os nutrientes mostraram as seguintes variações nos teores de alguns nutrientes nos pecíolos basais: 1,3 - 1,7% de P , 0,9 - 5,4% de K , 1,4 - 2,3% de Ca e 0,5 - 0,6% de Mg.

Estudando a composição foliar do cultivar Seibel 2 enxertado sobre dez porta-enxertos, sendo um deles o próprio cultivar, na Estação Experimental de São Roque, do Instituto Agrônomo de Campinas, HIROCE *et alii* (1970), concluíram que as variações obtidas confirmam a necessidade de estabelecer diferentes valores adequados de cada nutriente para uma variedade-enxerto em função dos seus porta-enxertos. Encontraram os seguintes teores médios nas folhas colhidas no florescimento: 3,44 a 4,76% de N , 0,325 a 0,392% de P , 1,27 a 1,49% de K , 1,30 a 1,91% de Ca e 0,24 a 0,30% de Mg , considerando-se a média dos 10 porta-enxertos, estacas enraizadas de um ano e estacas de 50 - 60cm.

Na França, desenvolvendo videiras do cultivar Merlot em solução nutritiva ótima tendo como substrato areia de quartzo, DELMAS (1971), determinou a composição mineral das folhas, no ano de 1965, colhidas no início da maturação dos frutos: 2,45% de N , 0,12% de P , 0,79% de K , 0,42% de Mg e 3,29% de Ca. Para o ano de 1968 , os valores encontrados fo-

ram os seguintes: 2,85% de N , 0,20% de P , 0,64% de K, 0,40% de Mg , 76ppm de Fe e 63,5ppm de Mn para folhas coletadas no florescimento e, 2,12% de N , 0,17% de P , 0,88% de K , 0,41% de Mg , 3,48% de Ca , 59ppm de Fe e 188ppm de Mn para folhas coletadas no início de maturação dos frutos. O mesmo autor, relatou que os teores de 0,80% a 1,50% de N nos pecíolos constituem a referência de uma nutrição normal e a carência se situa a 0,50% . Estabeleceu também os seguintes níveis críticos, dos vários nutrientes estudados: a) P =0,11% na folha basal coletada no florescimento; b) K =1,20% na folha para videiras em plena produção e K =0,9 -1,0% para videiras novas até 4 -5 anos; c) Mg =0,20% na folha.

Godoy (1971), citado por LAVÍN *et alii* (1975), estabeleceu a concentração crítica de cálcio nos pecíolos de videiras em 0,57% enquanto que o valor médio de concentração de cálcio nos pecíolos de videiras do cultivar País na região de Cauquenes, no Chile, era de 2,59% .

No Japão, HONDA *et alii* (1971), determinaram os teores médios de macronutrientes nas folhas de videiras de 28 vinhedos do cultivar Muscat Bailey A cujos valores foram os seguintes: 2,16 -2,63% de N , 0,12 -0,15% de P , 1,52 - 1,53% de K , 1,07 -1,77% de Ca e 0,19 -0,33% de Mg.

Cook (1972), citado por LAVÍN *et alii* (1975), determinou a concentração crítica de alguns nutrientes nos pecíolos de videiras: 0,20% de P , 1,00% de K , 0,30% de Mg e

25ppm de B e estabeleceu os valores médios de concentração nos pecíolos de videiras do cultivar País na região de Cauquenes, no Chile: 0,51% de P , 0,38% de K , 0,95% de Mg e 16,4ppm de B.

Crescimanno *et alii* (1973), citados por LALATTA (1978), determinaram a composição mineral média das folhas de videira do cultivar Nerello Mascalese cujos resultados foram: 2,51% de N , 0,19% de P , 0,64% de K , 0,49% de Mg e 3,36% de Ca.

Em Raleigh, E.U.A., conduzindo um experimento durante três anos, com *Vitis rotundifolia*, espécie de videira do gênero Muscadinia, CUMMINGS *et alii* (1973) concluíram que as concentrações de N , P , K , Ca , Mg e B na folha variavam grandemente entre os anos, e com as diferentes épocas de amostragens dentro de um mesmo ano. As variações das concentrações encontradas foram: 1,50 - 2,60% de N , 0,125 - 0,165% de P , 0,60 - 1,40% de K , 0,75 - 1,10% de Ca , 0,24 - 0,29% de Mg e 10 - 25ppm de B.

Com o objetivo de estudarem as variações estacionais normais do teor de nutrientes minerais nos limbos e nos pecíolos de folhas apostas aos cachos da videira do cultivar Semillon (*Vitis vinifera* L.), nos vinhedos de Macul, em Santiago do Chile, GONZALO GIL *et alii* (1973) encontraram as seguintes variações nas concentrações em diferentes épocas de coleta de amostras: 1,4 - 3,4% de N , 0,09 - 0,25% de P , 0,56 - 1,14% de K , 0,5 - 1,0% de Mg , 1,0 - 3,3% de Ca , 45 - 98ppm de Mn , 12ppm de Cu e 20ppm de Zn para os limbos, e 0,04 - 0,23% de P ,

0,6 - 2,0% de K , 0,33 - 1,20% de Mg , 1,0 - 3,0% de Ca , 24 - 48ppm de Mn , 5 - 12ppm de Cu e 25ppm de Zn para os pecíolos.

Na Hungria, SÁROSI e KIRÁLY (1973), aplicaram uma mistura de ácido bórico a 0,5% , sulfato de magnésio a 0,5% , óxido de zinco a 0,05% , quelato de zinco a 0,1% em dois estádios de desenvolvimento da planta: antes e depois do florescimento. Foram coletadas as oitavas folhas das videiras e analisadas, encontrando-se para boro o teor de 20 - 30ppm , considerado nível adequado, enquanto que para zinco o teor foi também de 20 - 30ppm , considerado nível moderadamente adequado.

Em experimentos de campo, SAINI e SINGH (1975), estudaram os efeitos de 9 diferentes tratamentos NPK em videiras do cultivar Beauty Seedless, na Índia. Foram feitas análises foliares mensais dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, considerando como níveis ótimos, as folhas que continham 2,54 - 2,73% de N , 0,20 - 0,23 de P , 1,33 - 1,50% de K e 2,31 - 2,52% de Ca. Os níveis de Mg não foram influenciados pelos diversos tratamentos de fertilizantes.

Cultivando em hidroponia em substrato de areia videiras enxertadas, ADAMOV (1976), na Romênia, encontrou os maiores teores de nitrogênio e fósforo nas folhas, depois nos ramos novos e finalmente nas raízes; e os menores teores destes elementos nutritivos foram encontrados nos ramos dos porta-enxertos. O teor mais elevado de potássio foi encontrado nos ramos novos e em seguida nas folhas, nas raízes e nos porta-enxertos.

Estudando o efeito do potássio em *Vitis vinifera* cultivadas em solução nutritiva, DELMAS (1976), na França, considerou o valor de 1,20% de K nas folhas como aceitável para uma videira em plena produção e o de 0,9 a 1% para uma videira jovem de até 4 a 5 anos.

Na Itália, examinando numerosos tipos de solos e estudando a correlação entre os teores de micronutrientes nos solos e nas folhas em vários vinhedos, FREGONI e SCIENZA (1976), encontraram as seguintes concentrações médias de microelementos na folha: 170 - 419ppm de Fe, 48 - 631ppm de Mn e 27-41ppm de B.

PEREIRA *et alii* (1976), em Campinas, SP, comparando as mudas dos porta-enxertos 'Riparia do Traviú', 'Kober 5BB', 'RR 101-14', 'IAC 766' e 'IAC 571-6', quanto ao desenvolvimento inicial, exigências e capacidade de extração de nutrientes, encontraram a seguinte variação de nutrientes nas folhas: 2,51 - 2,69% de N, 0,271 - 0,373% de P, 1,18-1,33% de K, 1,39 - 1,90% de Ca e 0,18 - 0,23% de Mg, e nos ramos: 0,78 - 0,92% de N, 0,219 - 0,293% de P, 1,33 - 1,68% de K, 0,60 - 0,94% de Ca e 0,09 - 0,14% de Mg.

FREGONI (1977), em Piacenza, na Itália, relatou sintomas de deficiência de boro em vários órgãos de videira, e deduziu que os teores ótimos de boro nas folhas, pecíolos e ápices vegetativos, foram: 20 - 25, 30 e 20ppm, respectivamente.

Em condições de campo, estudando a composição

mineral das folhas de videiras do cultivar Cabernet Sauvignon enxertadas sobre porta-enxerto 'Kober 5BB' , FREGONI e SCIENZA (1977), em Piacenza, na Itália, encontraram os seguintes teores de nutrientes nas folhas sem sintomas de carência de K durante a maturação dos frutos: 1,80% de N , 0,12% de P , 0,54% de K , 3,34% de Ca e 0,39% de Mg. Para folhas nitidamente necrosadas encontraram-se os seguintes teores: 1,64% de N, 0,23% de P , 0,14% de K , 3,28% de Ca e 0,77% de Mg.

Estudando nas localidades de Vicuña, Peralillo e El Tambo, no Vale de Elqui, Chile, os cultivares Moscatel da Áustria e Moscatel Rosada, VALENZUELA e SEPÚLVEDA (1977), descreveram que as análises das folhas, solo e água mostraram que o excesso de boro no solo causou a deformação das folhas. Teores de boro acima de 300ppm foram encontrados nas folhas afetadas, sendo que o cultivar Moscatel da Áustria foi mais afetado que o Moscatel Rosada.

CHRISTENSEN *et alii* (1978), no Vale de São Joaquim, na Califórnia, estabeleceram os valores críticos de níveis nutricionais de videiras sadias e de videiras com sintomas de deficiência, a saber: a) para P < 0,10% , videira possivelmente deficiente, entre 0,10 -0,20% , questionável e para > 0,20% , normal; b) para K < 0,8% , videira deficiente, entre 0,8 -1,5% , questionável e para > 1,5% , adequado; c) para Mg < 0,2% provavelmente deficiente, entre 0,2 -0,3% , questionável e para > 0,3% , adequado; d) para Mn < 20ppm , deficiente, entre 20 -25ppm, questionável e para > 25ppm adequado;

e) para Fe varia de 50 a 300ppm , mas tipicamente de 70 a 200ppm ; f) para Zn < 15ppm , deficiente, entre 15 -26 ppm, questionável e para > 26ppm , adequado; g) para B < 25ppm, deficiente, entre 26 -30ppm, questionável , para > 30ppm, adequado, para 100 -150ppm, possivelmente tóxico e para > 300ppm nos limbos, tóxico. Estes dados foram baseados nas análises dos pecíolos da folha colhida dos cachos apostos, em pleno florescimento.

Estudando na Índia, os efeitos de combinações fatoriais de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção e qualidade da videira do cultivar Himrod, por dois anos consecutivos, SANGHAVI e NIJJAR (1978), verificaram que as maiores produções foram obtidas quando os pecíolos apresentavam teores de 1,06% de N , 0,27% de P e 1,74% de K.

Na Bulgária, analisando folhas, brotos, ramos e raízes finas e grossas, da videira do cultivar Bolgar, colhidas em diversas épocas do ano, STOEV e BAD"R (1978), concluíram que, de acordo com as suas similaridades em necessidade e translocação, os elementos minerais teriam que ser classificados dentro de três grupos. Os do primeiro grupo, isto é, nitrogênio, fósforo e zinco encontravam-se em teores elevados nas raízes e nas partes aéreas e foram considerados em atividade no metabolismo da planta inteira; os do segundo grupo, a saber, potássio, cálcio, manganês, magnésio e cobre encontravam-se em atividade principalmente nas partes aéreas e finalmente, os do terceiro grupo, ou seja, ferro estava em atividade nas raízes.

VERMA e NIJJAR (1978), na Índia, estudaram os efeitos de 5 níveis de fertilizantes N, P e K em diferentes combinações, aplicados em solos com videiras do cultivar Perlette com 7 anos de idade. A produção máxima obtida foi aquela em que as plantas continham teores no pecíolo de 0,90% , 0,38% e 3,46% de N, P e K , respectivamente.

Na Índia, BINDRA *et alii* (1979), estudaram os níveis de variação de nutrientes minerais em pecíolos coletados em diferentes épocas nos cultivares Anab-e-Shahi e Beauty Seedless. As médias obtidas foram as seguintes: 1,46% de N , 0,58% de P , 2,49% de K , 49ppm de Mn , 57ppm de Zn, 188ppm de Fe e 32ppm de Cu para o cultivar Anab-e-Shahi e 1,31% de N , 0,53% de P , 2,32% de K , 55ppm de Mn , 69ppm de Zn, 183ppm de Fe e 28ppm de Cu para 'Beauty Seedless'.

Conduzindo um ensaio com videiras do cultivar Niagara Rosada com 7 anos de idade, na Estação Experimental de Jundiaí, do Instituto Agronômico de Campinas, situadas sobre um regossolo unidade Currupira, com o objetivo de obter o acúmulo de nutrientes durante um ciclo vegetativo, DECHEN (1979), encontrou as seguintes variações nos teores de alguns nutrientes:

Elementos	FOLHAS		SARMENTOS	
	Terminais	Basais	Terminais	Basais
N %	4,04 - 2,73	3,92 - 2,51	3,21 - 0,92	1,75 - 1,00
P %	1,09 - 0,63	1,22 - 0,96	0,39 - 0,28	0,39 - 0,28
K %	3,07 - 2,14	2,34	3,07 - 2,14	1,06
Ca %	0,67 - 1,78	1,95	0,51	0,46 - 0,75
Mg %	0,24	0,32 - 0,26	0,11	-
S %	0,41 - 0,26	0,40 - 0,24	0,11	0,19 - 0,10
B ppm	36	48 - 40	22	23 - 17
Cu ppm	26,06 - 6,37	13,50 - 8,79	18,89 - 4,54	13,31 - 4,75
Fe ppm	217 - 136	173 - 197	197 - 54	15 - 154
Mn ppm	1.118	644 - 1.278	364 - 956	374 - 1.059
Zn ppm	47 - 102	59 - 101	62 - 44	53 - 87

Concluiu também que a concentração de nutrientes foi sempre maior nas folhas do que nos sarmentos e existem diferenças nas concentrações de nutrientes das folhas, sarmentos e cachos, em função da idade.

Estudando a influência do enxerto sobre a nutrição mineral da videira, DELAS e POUGET (1979), na França, concluíram que o teor dos nutrientes dos limbos e pecíolos é resultado do efeito duplo (enxerto e porta-enxerto). Estabeleceram ensaios em condições de campo e encontraram variações

nos teores de nutrientes dos pecíolos de videiras do cultivar Merlot não enxertado e enxertado, colhidos no início da maturação dos frutos. Essas variações, durante um período de 5 anos para o tratamento sem nitrogênio, em solo arenoso foram : N = 0,61% , P = 0,37% , K = 4,4% , Mg = 0,67% , Ca = 2,93% para o cultivar Merlot não enxertado e N = 0,54 - 0,64% , P = 0,11 - 0,24% , K = 2,26 - 3,65% , Mg = 0,33 - 0,51% , Ca = 1,97 - 3,51% para 'Merlot' enxertado sobre três porta-enxertos. Determinaram também a composição mineral dos ramos podados do cultivar Merlot não enxertado e enxertado. Para o tratamento sem nitrogênio, os teores médios foram os seguintes: N = 0,74% , P = 0,17% , K = 0,69% , Mg = 0,10% , Ca = 0,72% para 'Merlot' não enxertado, e N = 0,67% , P = 0,14% , K = 0,62% , Mg = 0,08% , Ca = 0,77% para 'Merlot' enxertado sobre três porta-enxertos. Os mesmos autores, determinaram a composição mineral das folhas de videiras do cultivar Folle blanche enxertado e cultivado em três tipos de solução nutritiva. O tecido da planta analisado foi o pecíolo e na solução normal os teores dos nutrientes variaram nos seguintes limites: K = 3,64 - 4,11% e Mg = 0,47 - 0,83% , enquanto que na solução com carência de potássio as variações foram: K = 0,25 - 0,59% e Mg = 1,66 - 2,62% .

Em condições de campo, BOSWELL *et alii* (1980), na Geórgia, E.U.A., conduziram experimentos com aplicação de doses diferentes de boro, nos anos de 1975 e 1976 , em solos com videiras do cultivar Hunt com oito anos de idade e boa produção de 34 a 40kg /planta. Foram feitas análises de limbos

da folha madura mais nova e encontraram as seguintes variações dos teores médios de B no 1º e 2º anos, respectivamente: 20,0 a 22,3ppm e 19,5 a 21,7ppm .

SCIENZA e DÜRING (1980), estudaram os efeitos de níveis diferentes de suprimento de nitrogênio em videiras em condições de campo sobre os teores de N total das folhas, ramos e raízes do cultivar Cabernet Franc enxertado sobre porta-enxerto 'Kober 5BB'. As variações dos teores de N total encontradas nas folhas, ramos e raízes foram, respectivamente : 2,03 a 2,77% , 0,40 a 1,33% e 0,60 a 1,73% , sendo os primeiros valores resultantes da dose zero de N.

Utilizando o método de análise foliar, DANAILOV (1981), na Bulgária, constatou sintomas de deficiência de potássio em videiras de vários vinhedos, nas quais os teores das folhas continham menos de 0,8% de K . As folhas de plantas normais continham teores de 0,8 a 1,0% de K.

Examinando alguns vinhedos do cultivar Niagara Rosada, nas regiões de Indaiatuba e Jundiaí, KUNIYUKI *et alii* (1982), encontraram uma anomalia da videira denominada "chocolate" pelos viticultores. Inicialmente julgaram que esta anomalia estivesse associada à infecção por vírus, porém, amostras de folhas dessas videiras foram coletadas para análise e concluíram que tratava-se de sintomas de deficiência de boro. Os teores médios das plantas normais continham 24ppm de B no limbo, enquanto que as plantas afetadas continham 18ppm de B no limbo.

Na França, POUGET e DELAS (1982) relataram que o método de enxertias recíprocas foi utilizado para determinar a influência respectiva da variedade porta-enxerto e da variedade enxerto sobre o teor em elementos minerais (Ca , Mg e K) dos limbos e dos pecíolos. Com esse objetivo, instalaram um experimento, utilizando 5 variedades de porta-enxertos fazendo-se 25 tipos de associação possíveis enxerto /porta-enxerto, e conduzidos num viveiro. Conforme a associação enxerto/porta-enxerto, houve uma variação média nos teores de Ca , Mg e K nos limbos e nos pecíolos, respectivamente: 2,31 a 3,06% de Ca e 2,24 a 2,90% de Ca , 0,20 a 0,39% de Mg e 0,32 a 0,78% de Mg e; 0,56 a 0,91% de K e 0,82 a 2,40% de K.

RYSER (1982), na Suíça, estabeleceu, após 4 anos de pesquisas e experimentos de análise de solos e de folhas de videira, a seguinte variação dos teores de folhas opostas ao 1º cacho, coletadas no início da maturação dos frutos, considerando-se muito baixo e muito alto, respectivamente : 1,44 e 3,14% de N , 0,13 e 0,23% de P , 1,11 e 2,41% de K , 1,62 e 3,52% de Ca e 0,14 e 0,34% de Mg.

Na Califórnia, E.U.A., COOK *et alii* (1983) constataram em vinhedos, no verão de 1982, sintomas de pontos de cor vermelha nas folhas basais e crescimento reduzido da planta. Amostras de folhas foram coletadas em meados de julho, encontrando-se o teor de P no limbo de 0,11% e no pecíolo de 0,04% . O teor normal de P no pecíolo, na Califórnia, varia de 0,3 a 0,6%. Concluíram que tratava-se de sintomas de defi_

ciência de fósforo.

HIROCE e TERRA (1983), em Indaiatuba, SP, determinaram os teores de macronutrientes de pecíolo e limbo da 6a. folha, a partir do ápice dos ramos da videira do cultivar Niagara Rosada, colhidos no estágio de "chumbinho", de um ensaio fatorial NPK, 1/5 (5^3). Pequenas variações foram observadas nos teores de macronutrientes devidas às adubações. Para uma produção de 17,8t de frutos por ha foram encontrados teores de: N = 1,71% , P = 0,63% , K = 7,12% , Ca = 1,24% , Mg = 0,45% e S = 0,16% no pecíolo e N = 4,87% , P = 0,62% , K = 3,29% , Ca = 1,65% , Mg = 0,32% e S = 0,29% , no limbo.

2.3. Absorção de nutrientes

Schätzlein (1931), citado por JACOB e UEXKÜLL (1966), em Berlim, Alemanha, relatou que as quantidades de nutrientes nos ramos que são eventualmente retirados pela poda foram as seguintes: 20kg/ha de N , 5 - 6kg/ha de P_2O_5 e 20kg/ha de K_2O .

Schrader (1949), citado por JACOB e UEXKÜLL (1966), relatou que as quantidades de nutrientes extraídos por uma colheita de 10t/ha de uva é de: 40 - 60kg/ha de N, 10 - 15kg/ha de P_2O_5 e 50 - 70kg/ha de K_2O .

Na França, Maumé (1953), citado por JACOB e

UEXKÜLL (1966), relatou a quantidade de nutrientes extraída por uma produção de 15hl/ha de vinho como sendo de: 81kg/ha de N, 22kg/ha de P_2O_5 , 84kg/ha de K_2O , 32kg/ha de MgO e 97kg/ha de CaO.

Berardo (1955), citado por JACOB e UEXKÜLL (1966), citou os seguintes valores de extração de nutrientes pelo cultivar Moscatel, em kg/ha: 120 de N, 45 de P_2O_5 e 150 de K_2O .

Na Alemanha, Gärtel (1955), citado por VERONA (1958), calculou a quantidade de boro absorvida pela videira do cultivar Mosella por ha/ano: 25 - 50g pelas folhas, 3 - 4g pelos brotos terminais e 12 - 16g pelos ramos.

GARTEL (1962), na Alemanha, determinou as quantidades de micronutrientes absorvidas pela videira em produção do cultivar Riesling, cultivado em vasos com solo argiloso. Para um rendimento médio de 100hl/ha de mosto houve a absorção dos seguintes micronutrientes, em g/ha: 30 - 85 de Zn, 25 - 50 de B, 50 - 100 de Mn e 24 - 48 de Cu nas folhas.

WINKLER (1965), relatou que uma colheita de 7t de uva extrai 7,7 a 15,4kg de N, 1,3 a 2,6kg de P e 10,2 a 20,4kg de K.

Na França, CONDEI e DUMITRESCU (1968), apresentaram dados em diversas épocas da absorção dos elementos minerais nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio para videiras do cultivar Italian Riesling e na composição mineral de

várias partes das plantas. Para uma produção de 18,6t/ha de uva, o total de nutrientes extraídos foi: 153,5kg de N, 22,8kg de P_2O_5 , 102,8kg de K_2O , 113,5kg de CaO e 92,3kg de MgO por ha.

Em videiras conduzidas no sistema espaldeira, tomando por base a produção de 3kg de frutos por planta, com 400g de ramos retirados pela poda e 300g de folhas caídas, SANTOS NETO (1973), em Campinas, SP, apresentou as seguintes quantidades de nutrientes extraídas do solo durante o ano todo: para o nitrogênio 1,196g pelos ramos e 2,730g pelas folhas; para o fósforo 0,404g pelos ramos e 0,375g pelas folhas; para o potássio 1,240g pelos ramos e 1,005g pelas folhas; para o cálcio 1,668g pelos ramos e 3,057g pelas folhas e para o magnésio 0,532g pelos ramos e 0,666g pelas folhas.

Conduzindo experimentos de campo com videiras do cultivar Silvaner enxertadas sobre porta-enxertos 'Kober 5BB', que receberam 80, 160 ou 240kg de N/ha anualmente, BUCHER (1975), na República Federal Alemã, relatou que a extração de nutrientes pelos frutos, baseada na produção média anual foi de 18,1 - 23,1kg de N, 6,3 - 7,0kg de P_2O_5 , 33,3 - 34,2kg de K_2O , 5,1 - 5,3kg de CaO, 2,0 - 2,2kg de MgO, 14,5 - 16g de Mn e 57 - 65g de B/ha. As quantidades de nutrientes extraídas pelos ramos foram menores que aqueles valores, mas para as folhas os valores de N e CaO foram maiores, os de P_2O_5 foram semelhantes e os de K_2O foram menores que dos frutos.

Examinando numerosos tipos de solos e estudando a correlação entre os teores de micronutrientes nos solos e nas folhas em vários vinhedos, FREGONI e SCIENZA (1976) encontraram a seguinte absorção de micronutrientes por ha / ano : 69 - 1.121g de Fe , 20 - 585g de Zn , 63 - 910g de Cu , 13 - 193g de Mn e 17 - 221g de B.

Na França, MAROCKE *et alii* (1976), fizeram análises de julho a dezembro, de ramos e folhas dos cultivares Chas selas, Sylvaner, Pinot Blanc, Pinot Noir, Riesling e Gewurztra miner. Para um rendimento médio de vinho de 74hl /ha duran te três anos, as quantidades médias absorvidas nos ramos e fo lhas em kg/ha , foram: 37 de N , 12 de P₂O₅ , 38 de K₂O , 69 de CaO e 13 de MgO.

Comparando os porta-enxertos 'Riparia do Tra viú' , 'Kober 5BB' , 'RR 101-14' , 'IAC 766' e 'IAC 571-6' , quanto ao pegamento, desenvolvimento e extração de macronu trientes, PEREIRA *et alii* (1976), em Campinas, SP, obtiveram as seguintes variações de quantidades de macronutrientes , em mg /planta, extraídas por porta-enxertos em latossolo roxo, sob ripado: 177 a 723 de N , 21 a 76 de P , 81 a 330 de K , 103 a 532 de Ca , 14 a 64 de Mg , pelas folhas e 68 a 215 de N , 19 a 60 de P , 100 a 367 de K , 50 a 259 de Ca e 7 a 33 de Mg, pelos ramos.

Estudando durante quatro anos videiras dos cul tivares Cabernet Sauvignon e Saperavi, com 8 e 11 anos de ida de, enxertadas sobre o porta-enxerto 'RR 101-14' , que recebe-

ram fertilizações de 60 - 60 - 60 e 180 - 180 - 180 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , BUYANOVICH (1977), na Romênia, encontrou as seguintes quantidades absorvidas em kg/ha: 70 - 105 de N, 19 - 25 de P_2O_5 e 67 - 92 de K_2O , sendo que 20 a 30% foram absorvidos pelos folhos.

Conduzindo um ensaio com videiras do cultivar Niagara Rosada com 7 anos de idade, na Estação Experimental de Jundiaí, do Instituto Agrônomo de Campinas, DECHEN (1979), determinou a exportação de nutrientes pelos sarmentos que foram removidos da cultura pela poda, em mg por planta: potássio 4.434, cálcio 3.252, nitrogênio 1.914, magnésio 986, fósforo 724, manganês 357, enxofre 238, zinco 31, ferro 13, boro 8 e cobre 1. Também determinou as quantidades de nutrientes acumuladas pelas folhas e sarmentos (máximo acúmulo), respectivamente, em kg/ha: nitrogênio 57,05 e 31,80; fósforo 16,45 e 11,40; potássio 43,05 e 40,85; cálcio 27,95 e 21,70; magnésio 4,60 e 4,95 e enxofre 5,60 e 3,55; e em g/ha: boro 74,25 e 67,60; cobre 14,65 e 15,35; ferro 306,10 e 321,70; manganês 1.968,35 e 2.589,50 e zinco 165,65 e 234,85. Considerou-se o "stand" de 5.000 plantas por ha. Este mesmo autor obteve a extração total de nutrientes, durante um ciclo vegetativo, na seguinte ordem decrescente (kg/ha): potássio 97,60; nitrogênio 90,85; cálcio 41,20; fósforo 28,40; enxofre 9,30 e magnésio 8,10 e em g/ha: manganês 4.093,35; ferro 588,85; zinco 373,30; boro 145,45 e cobre 33,60. Concluiu que as folhas, sarmentos e cachos extraem

nutrientes quantitativamente diferenciada, sendo que a extração de N , P , K , Ca , S e B é maior pelas folhas; os sarmentos contribuem com maior extração de Mg , Cu , Fe , Mn e Zn ; nos cachos o nutriente mais extraído é o K , sendo o Cu o de menor extração.

2.4. Sintomas de deficiências minerais

Os sintomas de deficiência de nitrogênio em plantas de videira descritos por VOLK (1938), HAGLER e SCOTT (1949), SHAULIS e KIMBALL (1956), BERGMAN *et alii* (1960), Ismail *et alii* (1963), citados por DELMAS (1971), Smith *et alii* (1964) citados por WEAVER (1976), WINKLER (1965), COOK (1966), JACOB e UEXKÜLL (1966), CHRISTENSEN *et alii* (1978) , LALATTA (1978) e AHMEDULLAH e MAYER (1980) são os seguintes: as plantas apresentam-se com um crescimento reduzido; folhas adultas pequenas, por onde se iniciam os sintomas, apresentando coloração verde-amarelada, evoluindo para amarela pálida, necrosando e desprendendo-se com facilidade dos ramos; folhas novas apresentando clorose uniforme de cor verde clara. DELMAS (1971), além desses sintomas característicos, encontrou após a clorose difusa das folhas um avermelhamento das mesmas em fim de estação.

HAGLER e SCOTT (1949), BERGMAN *et alii* (1960), WINKLER (1965), COOK (1966), JACOB e UEXKÜLL (1966), LALATTA

(1978) e COOK *et alii* (1983), descreveram os seguintes sintomas de deficiência de fósforo: drástica paralização do crescimento das plantas; folhas adultas pequenas, por onde se iniciam os sintomas, apresentando cor verde escura passando a vermelha-violácea, enrolamento das margens do limbo e queda prematura.

VOLK (1938) e DELMAS (1964 e 1971), além desses sintomas característicos, relataram o aparecimento de coloração vermelha nos pecíolos e nervuras das folhas adultas, devido ao acúmulo de antocianina nesses tecidos.

Os sintomas de deficiência de potássio descritos por LAGATU e MAUMÉ (1932), VOLK (1938), BOYNTON (1945), HAGLER e SCOTT (1949), Wilhelm (1950) citado por SHAULIS e KIMBALL (1956), GUILLOT (1961), DELMAS (1964), WINKLER (1965), COOK (1966), JACOB e UEXKÜLL (1966), CHRISTENSEN *et alii* (1978) e LALATTA (1978) são os seguintes: desenvolvimento total das plantas reduzido; clorose marginal e internerval das folhas da parte média dos ramos; folhas velhas com pequenos pontos necróticos; queimadura marginal; amarelecimento e queda prematura; folhas novas apresentam clorose internerval seguida por queimaduras marginais; enrolamento dos bordos das folhas para cima ou para baixo; limbos com superfície corrugada.

Existe um sintoma característico de deficiência de potássio conhecido sob o nome de "brunissure" na França, "blattraume" na Alemanha e "black leaf" nos países anglo-sa-

xões, comumente encontrado em videiras do cultivar Concord e ocasionalmente em uvas para vinho. SHAULIS e KIMBALL (1956), Smith *et alii* (1964) citados por WEAVER (1976), WOODBRIDGE e CLORE (1965), COOK (1966), DELMAS (1971) e AHMEDULLAH e MAYER (1980), relataram esse sintoma da seguinte maneira: folhas de cor verde normal gradualmente tornando-se castanho-escura entre as nervuras e finalmente enegrecida no fim do ciclo, em geral na face superior exposta. Com a severidade da deficiência o tecido necrosa-se.

Os sintomas de deficiência de cálcio, descritos por HAGLER e SCOTT (1949), BERGMAN *et alii* (1960), COOK (1966), JACOB e UEXKÜLL (1966), BRUZAU *et alii* (1968), DELMAS (1971) e LALATTA (1978) são os seguintes: desenvolvimento reduzido das plantas; inicialmente as folhas novas apresentam clorose marginal e internerval seguida por pontos necróticos marginais e entre as nervuras; enrolamento dos bordos da folha para baixo; ápices vegetativos em forma de ganchos e morte dos mesmos; folhas velhas apresentam clorose marginal e internerval, necrose e finalmente queda prematura

COOK (1966), JACOB e UEXKÜLL (1966) e AHMEDULLAH e MAYER (1980) descreveram os sintomas de deficiência de enxofre: esses sintomas são semelhantes àqueles de deficiência de nitrogênio, diferenciando-se apenas pelo fato do amarelecimento uniforme iniciar-se pelas folhas novas; moderado desenvolvimento total das plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Cultivar estudado

A videira 'Niagara' de bagas brancas e arredondadas, originou-se do cruzamento em que participaram as espécies *Vitis labrusca* L e *Vitis vinifera* L. Foi introduzida no Brasil em 1894 e, a partir de 1910, começou a ser difundida pelos Estados brasileiros, principalmente no Estado de São Paulo. Em princípios de 1933, no distrito de Louveira, Município de Jundiaí, Estado de São Paulo, foram observadas mutações somáticas de Niagara Branca, originando a Niagara Rosada (INGLEZ DE SOUSA, 1959).

O cultivar Niagara Rosada é videira de vigor médio, ciclo curto, boa resistência às doenças exigindo de 5 a 12 pulverizações com fungicidas durante um ciclo e mediana produtividade. Os cachos são de tamanho médio, compactos e ci-

lândrico-cônicos. As bagas são médias, globosas, de cor rosa da intensa, sabor foxado, textura fundente e apresentam pequena aderência ao pedicelo. O defeito do cultivar é a baixa resistência à conservação e ao transporte (INGLEZ DE SOUSA, 1969).

3.2. Material de propagação

Por dois anos consecutivos foram utilizadas sementes do cultivar IAC 871-41 Patrícia, devido à sua alta porcentagem de germinação (MAEDA, 1982) como meio de propagação. Entretanto, as plântulas provenientes dessas sementes, quando em solução nutritiva com todos os tratamentos, tiveram suas raízes infectadas por fungos do gênero *Fusarium* e acabaram morrendo antes do aparecimento de sintomas de deficiências nutricionais. Outro problema ocorrido quando da utilização de plântulas provenientes de sementes em solução nutritiva com omissão de cálcio, foi a rápida morte das plantas, em apenas 14 dias, sem apresentar os sintomas de deficiência nutricional desse elemento, provavelmente devendo-se isso à necessidade da planta em cálcio.

A variabilidade genética do material originário de sementes também poderia causar problemas.

Após essas tentativas em vão, foi feita uma observação preliminar usando-se sarmentos com 1 gema cada do cultivar Niagara Rosada, de três diferentes modos, a saber:

(a) cortando-se o sarmento com 2,20cm de comprimento e 0,80cm de diâmetro, em média; (b) cortando-se o sarmento em cunha, deixando-se com 2cm na parte onde está a gema e 1cm na parte oposta à gema e finalmente (c) cortando-se o sarmento, deixando apenas com 1cm de comprimento, conforme descrevem GOBBATO (1922) e MICHARD (1944).

O resultado dessa observação preliminar foi de que o melhor método de enraizamento e brotação foi o tratamento (a).

3.3. Seleção dos sarmentos

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação. Mil sarmentos com 1 gema, número suficiente para se poder selecionar plantas mais uniformes possíveis, foram colocados inicialmente para enraizar e brotar em caixas de cimento contendo areia grossa lavada de rio, peneirada e esterilizada, em 30 de julho de 1982.

3.4. Registro da temperatura e umidade relativa do ar na casa de vegetação

No dia 1º de agosto de 1982, foi colocado um termohigrógrafo de marca R. FUESS, modelo nº 115, com rotação

semanal, para registro diário das condições climáticas reinantes no ambiente do experimento durante o período de agosto de 1982 a fevereiro de 1983 (Figura 1).

Os registros mostram a pouca variação destes parâmetros climáticos nas condições em que o ensaio foi desenvolvido.

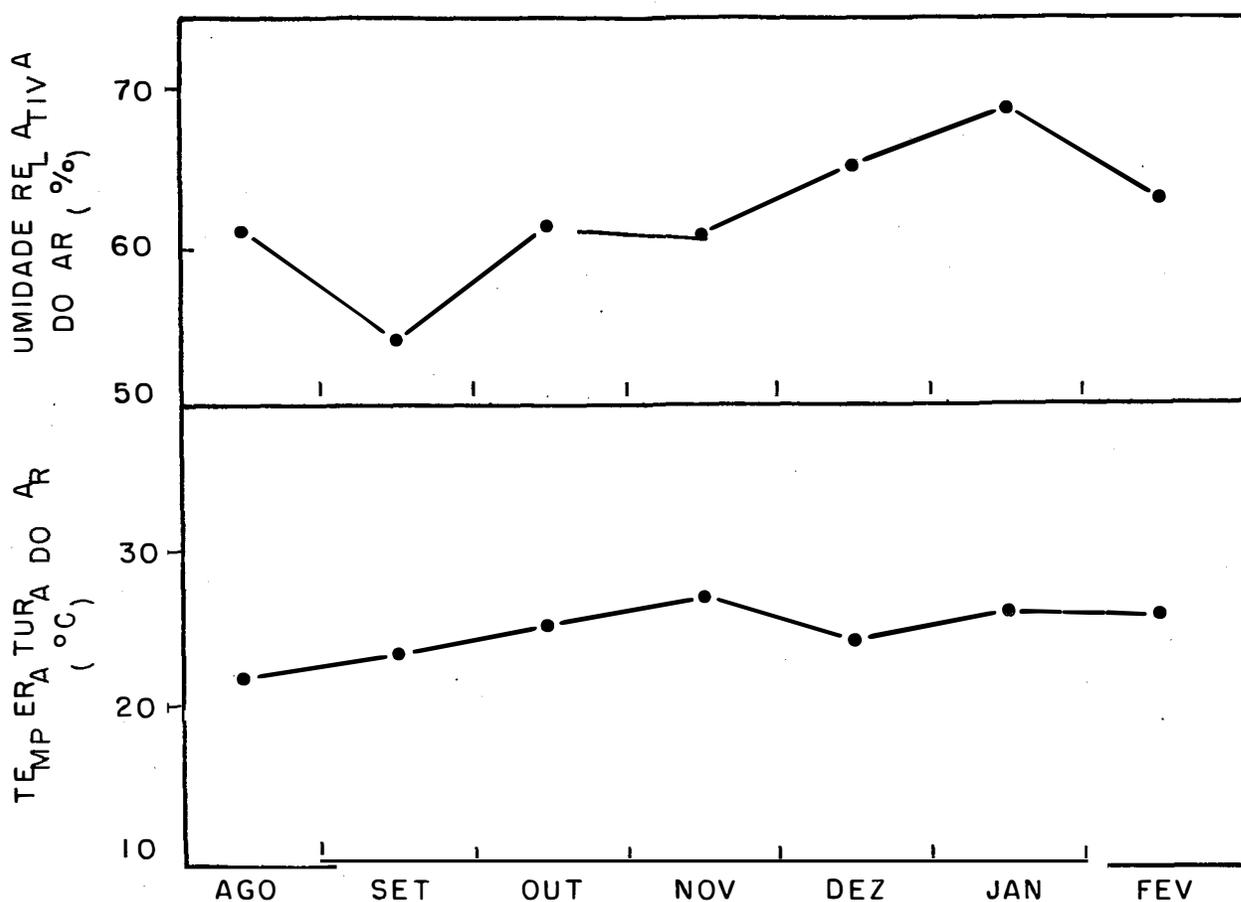


Figura 1. Variação média mensal da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e da umidade relativa do ar (%) para o período de agosto de 1982 a fevereiro de 1983, em casa de vegetação.

3.5. Preparo dos sarmentos

Os sarmentos foram plantados em caixas de cimento contendo areia lavada de rio. Durante o período em que os sarmentos estiveram nas caixas com areia, foram feitas duas irrigações com solução nutritiva completa de HOAGLAND e ARNON (1950) à 10% de sua concentração, em 31 de agosto e 16 de setembro de 1982, para favorecer o crescimento dos brotos.

Em 11 de novembro de 1982, as plantas foram retiradas das caixas com areia com o máximo cuidado, aplicando-se jatos de água, evitando-se danos às raízes. Logo após, foi feita a seleção das plantas mais uniformes, com medidas aproximadas de 5,83cm de altura da parte aérea (folhas +caule) , 27,32cm de comprimento da raiz e com 3 a 4 folhas nos ramos, que foram usadas no experimento.

3.6. Instalação do experimento

As plantas selecionadas foram colocadas em caixas plásticas com dimensões internas de 17cm de altura , 50cm de comprimento e 22cm de largura, sendo estas revestidas externamente em primeiro lugar com NEUTROL 45* e depois com tinta

* Otto Baungart Indústria e Comércio - SP.

alumínio, para aumentar a reflexão da luz e limitar o aquecimento do meio sob o efeito do sol. Na caixa plástica foi mantido um volume de 15 litros de solução.

Sobre as caixas plásticas foram colocadas tampas de madeira de 60cm de comprimento por 28cm de largura, tratadas com NEUTROL 45 e pintadas com tinta a óleo branca.

Inicialmente as plantas foram colocadas em caixas que continham apenas água destilada para adaptação, durante um período de 11 dias. Após este período, foi posto em cada caixa plástica 1/3 da concentração da solução nutritiva completa de HOAGLAND e ARNON (1950), modificada quanto ao fornecimento de ferro que se deu sob a forma de Fe-EDTA (JACOBSON, 1951). Decorridos mais 8 dias, foi colocado em cada caixa plástica mais 1/3 da concentração da mesma solução nutritiva completa, com o intuito de adaptação das plantas às soluções.

Finalmente, com o passar de mais 7 dias, isto é, em 07 de dezembro de 1982, essas soluções nutritivas foram eliminadas, iniciando-se então os tratamentos com as soluções nutritivas completas e com omissão de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre.

As soluções nutritivas completa e com omissão destes nutrientes foram preparadas segundo HOAGLAND e ARNON (1950), modificada quanto ao fornecimento de ferro que se deu sob a forma de Fe-EDTA (JACOBSON, 1951).

As soluções que constam na Tabela 1 continham os macronutrientes, com exceção do elemento omitido, nas concentrações seguintes: 210mg/l de N , 31mg/l de P , 234mg/l de K , 200mg/l de Ca , 48mg/l de Mg e 64mg/l de S.

As concentrações e as quantidades usadas das soluções estoques encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e quantidade da solução estoque (ml/l) utilizadas no preparo das soluções nutritivas.

Soluções estoques	Soluções nutritivas					
	Completa	-N	-P	-K	-Ca	-S
KH_2PO_4 M	1	-	-	-	1	1
KNO_3 M	5	-	6	-	5	6
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M	5	-	4	5	-	4
MgSO_4 M	2	2	2	2	2	-
K_2SO_4 0,5 M	-	5	-	-	-	-
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 0,05 M	-	10	-	10	-	-
CaSO_4 0,01 M	-	200	-	-	-	-
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ M	-	-	-	-	-	2
Micronutrientes	1	1	1	1	1	1
Fe-EDTA	1	1	1	1	1	1

A solução de micronutrientes teve a seguinte composição em gramas por litro da solução estoque:

<u>Sais</u>	<u>Solução estoque</u> (g / l)
H_3BO_3	2,86
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	1,81
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0,22
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,08
$H_2MoO_4 \cdot H_2O$	0,02

A solução de Fe-EDTA foi preparada dissolvendo-se 26,1g de EDTA dissódico em 286ml de NaOHN, misturado com 24,9g de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, deixando-se arejar por uma noite e completando-se o volume a 1 litro.

A aeração constante das soluções nutritivas nas caixas plásticas foi feita através de tubos plásticos ligados a um compressor de ar.

A renovação das soluções nutritivas foi realizada a cada 20 dias, aproximadamente, sendo que dentro desses intervalos completavam-se os níveis das soluções com água destilada.

O pH das soluções nutritivas foi medido a cada 2 dias com o auxílio de um peagâmetro de marca Micronal modelo B221. O pH das soluções variou de 5,8 a 6,5.

3.7. Tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 3 repetições, perfazendo um total de 24 parcelas, e cada parcela foi representada por uma caixa plástica contendo 10 plantas. Os tratamentos foram os seguintes:

Completo 1 : solução com todos nutrientes

-N : solução com omissão de nitrogênio

-Ca: solução com omissão de cálcio

Completo 2 : solução com todos nutrientes

-P : solução com omissão de fósforo

-K : solução com omissão de potássio

Completo 3 : solução com todos nutrientes

-S : solução com omissão de enxofre

Instalou-se o experimento tendo-se um tratamento completo para cada um daqueles com omissão de nutrientes, porém como foram realizadas coletas em três diferentes épocas, foram coletados apenas três tratamentos completos. Na primeira época coletaram-se os tratamentos completo 1 , -N e -Ca ; na segunda, os tratamentos completo 2 , -P e -K e na terceira, os tratamentos completo 3 e -S.

3.8. Controle fitossanitário

Devido às condições favoráveis de alta umidade e temperatura (Fig. 1) a partir de 27 /12 /82 foram observados, nas folhas, sintomas iniciais da moléstia denominada "Míldio" causada pelo fungo *Plasmopara viticola*.

Para controle desta doença foram feitas três pulverizações com o fungicida DACONIL 2787*, na dose de 1 grama por litro de água, acrescentando-se 1cm³ por litro de solução do espalhante adesivo NOVAPAL, nos dias 29 de dezembro de 1982 e 04 e 18 de janeiro de 1983.

No dia 19 de janeiro, observou-se o aparecimento, em pequena quantidade, de ácaros vermelhos, pulgões e cochonilhas, que foram controlados manualmente, sem utilização de defensivos.

3.9. Descrição de sintomas de deficiências minerais, coleta das plantas e preparo do material vegetal para análise

A descrição dos sintomas de deficiências minerais foi realizada com o auxílio do "Atlas de Cores de Planta" de BIESALSKI *et alii* (1957), que permitiu a precisão na descri

* DACONIL 2787 (pó molhável, contendo 75% de chlorothalonil).

ção das cores, quando da coleta do material para análise, pois especifica a cor por intermédio de três componentes: cor padrão (1 a 24,5) , tonalidade (1 a 9) e intensidade da cor (1 a 7).

A evolução dos sintomas de deficiências mine-rais dos macronutrientes estudados foi descrita desde o está-dio inicial até completa definição, procedendo-se, então, à co-leta das plantas.

Os tratamentos completo 1 , -N e -Ca foram co-letados aos 166 dias após o plantio dos sarmentos ou aos 36 dias após a aplicação dos tratamentos; os tratamentos com-pleto 2 , -P e -K aos 203 dias após o plantio dos sarmentos ou aos 73 dias após a aplicação dos tratamentos e os tratamen-tos completo 3 e -S , aos 214 dias após o plantio dos sarmen-tos ou aos 84 dias após a aplicação dos tratamentos.

O material coletado, após a medição do compri-mento da raiz, da altura da parte aérea (folhas + caule) e con-tagem do número de folhas, foi separado em raízes, caules e fo-lhas (limbos + pecíolos).

O material separado distintamente foi lavado, posto para secar em estufa com circulação forçada de ar em tem-perature variando de 65 a 70°C , até atingir peso constante e, depois da determinação do peso de matéria seca, foi moído em moinho tipo Wiley, com câmara de aço inoxidável, com peneira de malha 20 (20 malhas por polegada linear), de acordo com as instruções de BATAGLIA *et alii* (1978).

3.10 Análises químicas

As determinações químicas dos macronutrientes e micronutrientes estudados foram executadas na Seção de Química Analítica do Instituto Agronômico, em Campinas, conforme métodos descritos por BATAGLIA *et alii* (1978).

As determinações de nitrogênio, fósforo e enxofre foram realizadas em auto-analisador II Technicon. O nitrogênio foi analisado por determinação colorimétrica da amônia pelo complexo de indofenol formado na reação da amônia com fenolato de sódio e hipoclorito de sódio; o fósforo por determinação colorimétrica do complexo fosfovanadomolibdico formado na reação do fósforo com a solução de molibdovanadato; e o enxofre por determinação turbidimétrica da suspensão de sulfato de bário, após a adição de cloreto de bário.

Foram determinados os teores de cálcio, magnésio, potássio, ferro, cobre, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica e o de boro por colorimetria.

3.11. Análises estatísticas

Foram feitas análises estatísticas dos dados referentes aos pesos de matéria seca das raízes, caules, folhas e de matéria seca total, número de folhas, comprimento da raiz,

altura da parte aérea e também de macro e micronutrientes extraídos pelas raízes, caules, folhas e total. Utilizaram-se os testes F e de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade, segundo PIMENTEL GOMES (1973).

Quando havia interesse em se comparar os tratamentos com omissões de nutrientes (-N , -P , -K , -Ca e -S), consideraram-se os dados em valor relativo, isto é, x_o/x_c , onde x_o corresponde ao valor do parâmetro obtido com o tratamento omissivo e x_c corresponde ao valor desse mesmo parâmetro obtido com o tratamento completo, coletados na mesma época. Foram utilizados valores relativos em virtude das coletas de material terem sido feitas em três épocas distintas (aos 36 , 73 e 84 dias após a colocação dos tratamentos), procurando com isso minimizar o efeito de épocas.

Quando havia interesse em se comparar tratamentos com nutrientes omissos em relação ao completo correspondente, as análises foram feitas usando-se os dados originais.

4. RESULTADOS E DISCUSSAO

4.1. Sintomatologia das deficiências minerais

Quando um dos elementos químicos essenciais para a vida de uma planta está presente em quantidades insuficientes ou em condições que o tornam pouco disponível, a deficiência de tal elemento nas células provocará distúrbios no metabolismo. Ocasionalmente, esses distúrbios metabólicos se manifestam através de sintomas visíveis como crescimento reduzido da planta, amarelecimento das folhas ou outras anomalias. Esses sintomas de deficiências minerais apresentam características mais ou menos específicas para cada elemento, dependendo também da severidade da deficiência, da espécie ou variedade e de fatores ambientais (Bowen, 1966, citado por EPSTEIN, 1975).

Os sintomas da deficiência de certo elemento podem diferir nas diversas culturas, sendo que o conhecimento da síndrome carencial numa espécie poderá fornecer pouco auxílio

para identificá-la em outra (EPSTEIN, 1975).

A folha é o órgão da planta mais importante para reconhecimento dos sintomas de deficiência.

A descrição dos sintomas de deficiências minerais foi realizada com o auxílio do "Atlas de Cores de Planta" de BIESALSKI *et alii* (1957), cuja escala de cores varia de 1 A (1 : 1 : 1) a 24,5 X (24,5 : 5 : 6,5) .

4.1.1. Sintomas de deficiência de nitrogênio

As plantas cultivadas em solução nutritiva com omissão de nitrogênio apresentaram os primeiros sintomas de deficiência 14 dias após a aplicação dos tratamentos. Nas folhas mais velhas apareceram esses sintomas, que se caracterizavam por apresentar uma clorose uniforme verde amarelada passando a amarela pálida com a intensificação dos sintomas. Aos 23 dias após a colocação dos tratamentos, num estágio avançado da deficiência, as folhas inferiores da base dos ramos, mostraram uma clorose caracterizada por uma perda uniforme da cor verde assumindo uma coloração amarela pálida, após o que ficavam vermelhas, necrosavam-se e caíam. Nessa mesma fase, as folhas superiores, mais novas, exibiram uma clorose homogênea de coloração verde clara (Figura 2.a).

Aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos, as

folhas superiores apresentaram um enfraquecimento da cor verde pálida tendendo a amarela; as folhas intermediárias exibiram uma cor verde amarelada pouco intensa; as folhas inferiores com amarelecimento generalizado, necrosavam e caíam com a severidade da deficiência.

Por ocasião da coleta, em 11 de janeiro de 1983, 36 dias após a colocação dos tratamentos, todas as folhas mostravam-se de cor verde amarelada homogênea, 1 R (1 : 6 : 4,5), menores e desprendendo-se com facilidade dos caules, quando comparadas com aquelas das plantas cultivadas em solução nutritiva completa, 22 W (22 : 4 : 6), (Figura 2.b).

Essas plantas deficientes apresentavam crescimento reduzido, internódios curtos e menor número de folhas em relação às desenvolvidas no tratamento completo. As raízes não apresentavam diferenças no tocante ao comprimento e ao peso de matéria seca em comparação aos demais tratamentos. Os caules das plantas com sintomas de deficiência apresentavam uma cor verde normal semelhante aos caules das plantas do tratamento completo. O fato do desenvolvimento das raízes das plantas afetadas não terem sido diferentes daquelas que receberam todos os nutrientes, provavelmente foi devido a coleta ter sido feita 36 dias após a colocação dos tratamentos, não havendo tempo suficiente para diferenciação dos sintomas.

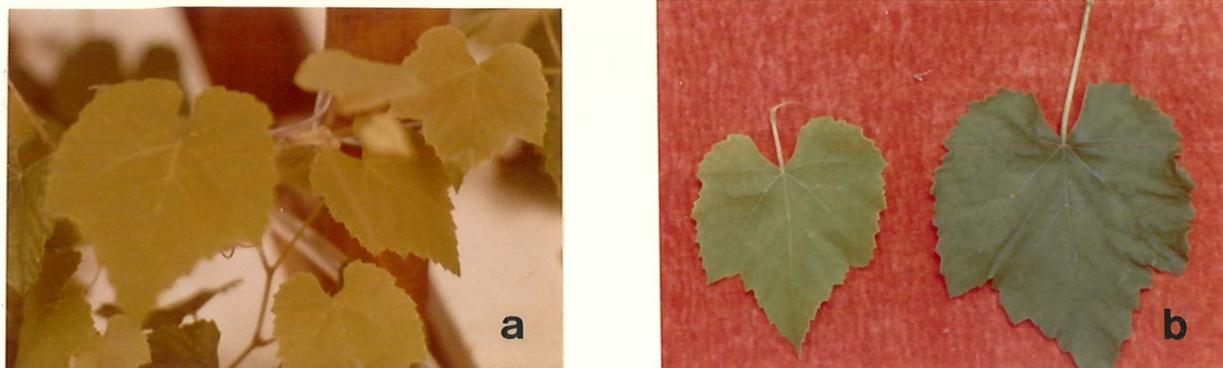


Figura 2. Sintomas de deficiência de nitrogênio. a) folhas superiores com clorose homogênea de cor verde clara; b) à esquerda, folhas com clorose homogênea e menores (-N) , à direita, folhas normais (solução completa).

Os sintomas descritos concordam com os observados por Ismail *et alii* (1963), citados por DELMAS (1971), WINKLER (1965), COOK (1966), JACOB e UEXKÜLL (1966) , CHRISTENSEN *et alii* (1978) e LALATTA (1978) para diferentes cultivares; por VOLK (1938) para o cultivar Moselle Riesling ; por HAGLER e SCOTT (1949) para os cultivares Dulcet e Hunt; por SHAULIS e KIMBALL (1956), BERGMAN *et alii* (1960), Smith *et alii* (1964), citados por WEAVER (1976) e AHMEDULLAH e MAYER (1980) para o cultivar Concord; Hiroyasu (1963), citado por DELMAS (1971) para o cultivar Black Queen; e por DELMAS (1971) para o cultivar Merlot.

4.1.2. Sintomas de deficiência de fósforo

As plantas mostraram crescimento retardado 21 dias após o início do tratamento com solução nutritiva sem fósforo. Os primeiros sintomas apareceram nas folhas mais velhas que apresentavam pintas pretas nos limbos foliares, 30 dias após a aplicação dos tratamentos. Em 14 de janeiro de 1983, 39 dias após, continuavam surgindo pintas pretas nos limbos das folhas inferiores e o crescimento das plantas continuou atrasado e lento. A seguir, houve o aparecimento de outro tipo de sintoma no tratamento com omissão de fósforo. As folhas inferiores e intermediárias de uma única planta apresentavam uma coloração verde escura opaca entre as nervuras, ao mesmo tempo em que se observava o início de uma coloração vermelha violácea.

Aos 56 dias após a colocação dos tratamentos, as folhas mais velhas continham pintas pretas espalhadas entre as nervuras, passando à coloração vermelha violácea, iniciando-se pelas margens e adentrando-se entre as nervuras em direção ao centro da folha (Figura 3.a). Após as folhas mais velhas apresentarem esta coloração vermelha violácea, ocorreu o enrolamento das margens dos limbos para cima e a necrose das mesmas, desprendendo-se com facilidade dos caules e caindo prematuramente (02 de fevereiro de 1983).

Aos 59 dias após, observou-se o início do surgimento da cor vermelha nas nervuras secundárias da face infe-

rior do limbo das folhas mais velhas , provavelmente devido ao acúmulo de antocianina (Figura 3.b). Nesta fase também foi observado o aparecimento da cor vermelha nos caules, a partir da base da planta e nas intersecções dos caules com os pecíolos e dos pecíolos com os limbos (Figura 3.c).

Com a evolução da severidade da deficiência, as folhas superiores mostravam coloração verde escura. As nervuras principais da face inferior do limbo das folhas inferiores e intermediárias apresentavam coloração vermelha (Figura 3.b). A cor vermelha no caule progredia em direção à extremidade superior da planta e os pecíolos também tornavam-se de cor vermelha.

Na coleta, em 17 de fevereiro, 73 dias após iniciado os tratamentos, as folhas inferiores e algumas intermediárias apresentavam coloração vermelha violácea, 7U (7:1:7), na face superior do limbo e outras folhas intermediárias e algumas superiores, cor verde escura. As nervuras principais e secundárias da face inferior do limbo das folhas inferiores e de algumas intermediárias, bem como seus pecíolos, encontravam-se com coloração vermelha, 7Q (7 : 4 : 4,5). Os caules apresentavam coloração vermelha, 7W (7 : 3,5 : 6).

Quanto ao desenvolvimento das plantas com sintomas de deficiência, ocorreu uma drástica paralização de crescimento, menor número de folhas e estas bem menores, quando comparadas com plantas de solução nutritiva completa. O desen-

volvimento das raízes não apresentou diferença quanto ao comprimento em relação aos demais tratamentos.

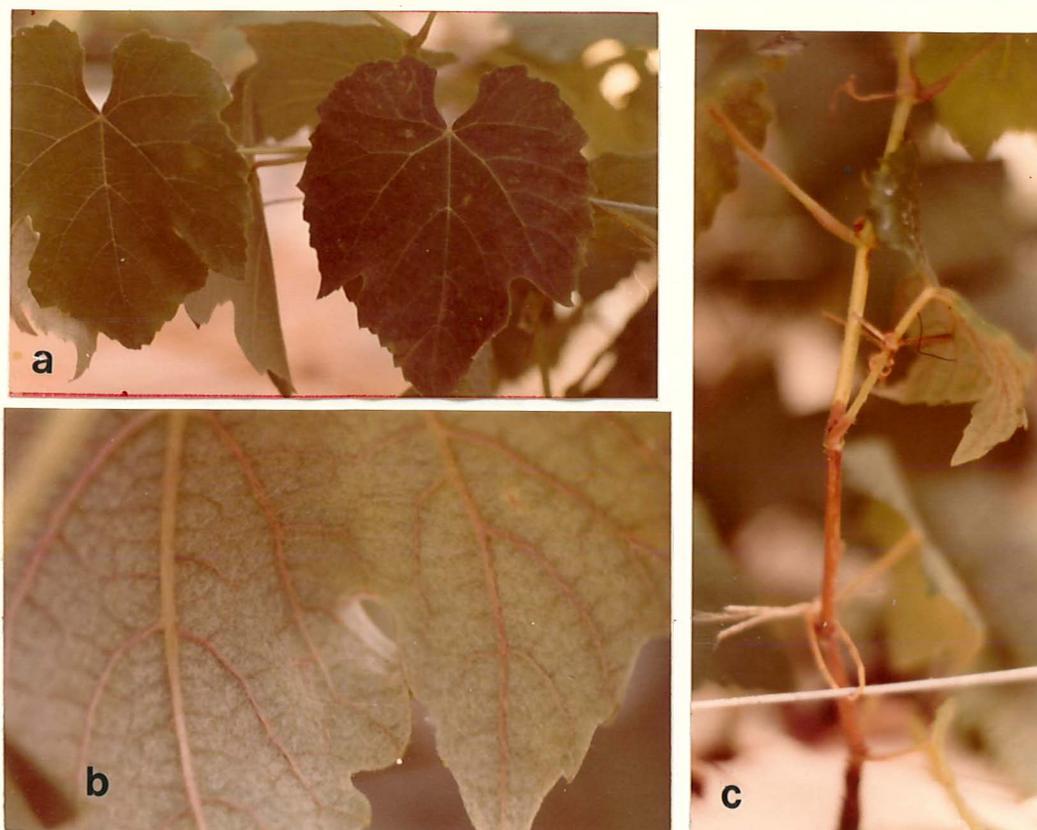


Figura 3. Sintomas de deficiência de fósforo. a) folhas velhas com coloração vermelha violácea marginal e internerval; b) folhas velhas com nervuras principais e secundárias da face inferior do limbo de cor vermelha; c) caule e pecíolo com coloração vermelha.

Os sintomas descritos, concordam na sua maioria

com os verificados por diversos autores (WINKLER, 1965; COOK, 1966; JACOB e UEXKÜLL, 1966; LALATTA, 1978 e COOK *et alii*, 1983 para diferentes cultivares; VOLK, 1938 para o cultivar Moselle Riesling; HAGLER e SCOTT, 1949 para 'Dulcet' e 'Hunt'; BERGMAN *et alii*, 1960 para 'Concord' e DELMAS, 1971 para a videira 'Merlot').

4.1.3. Sintomas de deficiência de potássio

Foram encontrados diversos tipos de sintomas quanto à deficiência de potássio:

a) Os primeiros sintomas foram observados 17 dias após iniciados os tratamentos. Observou-se o aparecimento de pequenos pontos necróticos no limbo de uma única folha situada na parte inferior do caule. Aos 24 dias, os pequenos pontos necróticos começaram a aparecer em outras folhas inferiores e intermediárias. Aos 39 dias, ocorreu o aparecimento de maior quantidade de pontos necróticos nas folhas inferiores, intermediárias e de algumas superiores. Estes pontos necróticos encontravam-se localizados em toda a parte central do limbo, entre as nervuras e próximas às margens das folhas (Figura 4.a).

Concomitantemente ao aparecimento desses pequenos pontos, nas folhas inferiores e intermediárias ocorria o amarelecimento dos bordos do limbo foliar com posterior queima

dura, adentrando-se o amarelecimento e a queimadura marginal uniformemente em direção ao centro da folha (Figura 4.a). Com a severidade da deficiência, as folhas inferiores desprendiam-se com facilidade dos caules, caindo prematuramente.

Aos 56 dias, aos 58 dias, aos 64 dias, aos 67 dias até a época da coleta aos 73 dias (17 de fevereiro de 1983), foi observada essa sequência de sintomas, principalmente nas folhas inferiores, culminando com o enrolamento para cima das margens foliares, amarelecimento e necrose marginal, 6 W (6:3,5:6), adentrando-se uniformemente ao seio peciolar até necrose total e queda antecipada das folhas. Os pequenos pontos necróticos foram classificados pelo Atlas de BIESALSKI *et alii* (1957) como 5 K (5:5,5:3).

b) Outro tipo de sintoma de deficiência de potássio ocorreu primeiramente nas folhas intermediárias, com o aparecimento de uma cor vermelha fraca, seguida de um enrolamento dos bordos para cima, com clorose marginal e adentrando-se essa clorose para o interior da folha. Este início de sintomas foi observado 39 dias após a aplicação dos tratamentos.

Aos 45 dias, houve o aparecimento da clorose marginal e clorose internerval com enrolamento dos bordos de algumas folhas para cima e de outras para baixo. Notavam-se também manchas de cor verde escura próximas às nervuras principais e secundárias. Algumas folhas intermediárias e superio-

res apresentavam-se enrugadas, com aspecto áspero, bordos enro_lados para cima e início de queimadura marginal (Figura 4.b). Aos 52 dias, continuava aparecendo clorose marginal e clorose internerval com aspecto bronzeado, e enrolamento dos bordos pa_ra baixo das folhas intermediárias e algumas superiores (Figura 4.c). Com 64 dias, acentuavam estes sintomas de cloroses marginais e internervais, com o surgimento de queimadura e amarelecimento dos bordos das folhas intermediárias e superiores.

Por ocasião da coleta, aos 73 dias, 17 de fevereiro de 1983, as folhas intermediárias e superiores mostravam cloroses marginais, 1,5 R (1,5 : 6 : 4,5) e internervais, 1,5 D (1,5 : 5,5 : 1,5), com queimaduras e amarelecimento dos bordos em casos mais severos de deficiência (Figura 4.d). Algumas folhas intermediárias e superiores estavam enrugadas, com aspecto áspero, bordos com enrolamento para cima e queimaduras marginais. As folhas das plantas em solução completa tinham uma cor verde normal, 22 W (22 : 4 : 6) , e eram maiores que as das plantas deficientes.

c) Finalmente, outro tipo de sintoma de deficiência de po_tássio observado, surgiu próximo à época da coleta do material, aos 67 dias, caracterizado por um escurecimento internerval e próximo às nervuras dos limbos da face superior das folhas intermediárias, 5 U (5 : 1 : 7) (Figura 4.e). Este sintoma é conhecido como "black-leaf" nos países anglo-saxônicos, "brunissure"

na França e "blattraüme" na Alemanha.

No desenvolvimento das plantas com sintomas de deficiência de potássio houve um crescimento reduzido moderado, menor número de folhas e estas de tamanhos menores quando comparadas com plantas desenvolvidas em solução nutritiva completa. O comprimento da raiz não mostrou diferença em relação aos demais tratamentos.

Os sintomas relatados no ítem a concordam na maior parte com os observados por Wilhelm (1950), citado por SHAULIS e KIMBALL (1956), por COOK (1966), por JACOB e UEXKÜLL (1966), por CHRISTENSEN *et alii* (1978) e por LALATTA (1978) para diferentes cultivares; por VOLK (1938), para 'Mosselle Riesling'; por HAGLER e SCOTT (1949) para 'Dulcet' e 'Hunt'; por Smith *et alii* (1964), citados por WEAVER (1976) e por WOODBRIDGE e CLORE (1965) para 'Concord'.

Os sintomas observados no ítem b são na maioria concordantes com os verificados por diversos autores (WINKLER, 1965; COOK, 1966; CHRISTENSEN *et alii*, 1978 e LALATTA, 1978 para diferentes cultivares; LAGATU e MAUMÉ, 1932 para 'Aramon'; BOYNTON, 1945 para 'Dulcet' e 'Hunt'; GUILLOT, 1962 para 'Gamay' e 'Cabernet Franc'; SHAULIS e KIMBALL, 1956, Smith *et alii*, 1964, citados por WEAVER, 1976 e AHMEDULLAH e MAYER, 1980 para 'Concord' e por DELMAS, 1964 e 1971 para 'Merlot').



Figura 4. Sintomas de deficiência de potássio. a) fo_lhas com pontos necróticos e queimadura mar_ginal; b) folhas enrugadas; c) folhas in_{ter}mediárias com clorose marginal e inter_{ner}val, enrolamento dos bordos para baixo; d) folhas com amarelecimento e queimadura dos bordos foliares; e) folhas intermediárias com escurecimento internerval.

Os sintomas descritos no ítem c assemelham-se com os relatados por COOK (1966) para diferentes cultivares; por SHAULIS e KIMBALL (1956) , por WOODBRIDGE e CLORE (1965) e por AHMEDULLAH e MAYER (1980) para 'Concord' e por DELMAS (1971) para 'Merlot'.

No tocante ao crescimento reduzido da planta, os sintomas verificados no presente trabalho concordam com os descritos por LAGATU e MAUMÉ (1932) , por SHAULIS e KIMBALL (1956) , por BERGMAN *et alii* (1960), por DELMAS (1964 e 1971) e por COOK (1966).

4.1.4. Sintomas de deficiência de cálcio

As plantas cultivadas em solução nutritiva com omissão de cálcio, começaram a apresentar os sintomas característicos da deficiência desse nutriente a partir do 14º dia da aplicação dos tratamentos. Nas folhas mais novas apareceram sintomas caracterizados por apresentarem uma clorose marginal seguida de clorose internerval. Aos 23 dias após a colocação dos tratamentos, as folhas mais novas mostravam uma cor verde amarelada internerval com enrolamento dos bordos para baixo (Figura 5.a). Nas folhas mais velhas o sintoma inicial consistia de uma clorose marginal.

Uma semana depois, com a progressão da deficiência, as folhas mais novas apresentavam uma cor amarela mais

intensa entre as nervuras permanecendo com cor verde normal somente próximas às nervuras (Figura 5.b). O enrolamento dos bordos das folhas tornou-se mais severo e os ápices vegetativos ficaram curvos em forma de ganchos (Figura 5.c). As folhas mais velhas apresentavam amarelecimento marginal adentrando a clorose para o centro da folha. Algumas folhas mostravam-se necrosadas e desprendendo-se dos caules.

Na época da coleta, aos 36 dias após a aplicação dos tratamentos (11 de janeiro de 1983), as folhas mais novas apresentavam uma clorose internerval, 1 R (1 : 6 : 4,5) , e enrolamento dos bordos para baixo, principalmente as localizadas próximas da extremidade superior da planta. As folhas mais velhas localizadas nas partes baixas, mostravam um amarelecimento das margens, enquanto as de posição intermediária apresentavam um amarelecimento entre as nervuras secundárias, permanecendo o restante da folha com cor verde normal. Nas folhas maiores de posição intermediária aparecia um enrolamento dos bordos para baixo.

As plantas com sintomas de deficiência tiveram um crescimento retardado, internódios curtos, menor número de folhas e de tamanhos menores, quando comparadas com plantas conduzidas em solução nutritiva completa. O comprimento da raiz não mostrou diferença em relação aos demais tratamentos.

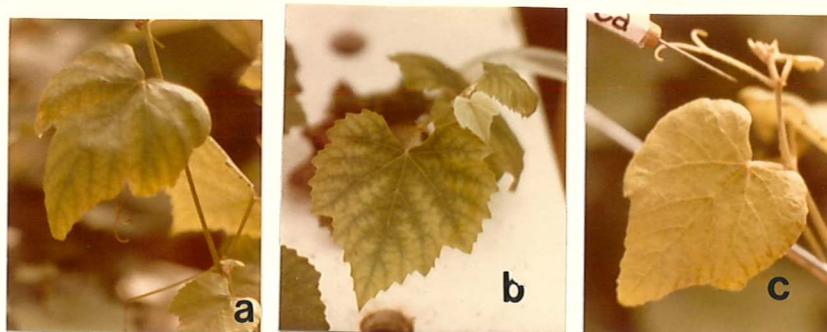


Figura 5. Sintomas de deficiência de cálcio.
 a) folhas mais novas com clorose internerval e enrolamento dos bordos para baixo; b) folhas novas com clorose internerval; c) ápices vegetativos em forma de ganchos.

Os sintomas descritos concordam em parte com os observados por COOK (1966) e por JACOB e UEXKÜLL (1966) para diferentes cultivares; por HAGLER e SCOTT (1949) para 'Dulcet' e 'Hunt'; por BERGMAN *et alii* (1960) para 'Concord'; por BRUZAU *et alii* (1968) para os porta-enxertos 'Vialla', '41B' e '333 EM' e por DELMAS (1971) para 'Merlot'.

4.1.5. Sintomas de deficiência de enxofre

Os sintomas iniciais de deficiência de enxofre manifestaram-se 39 dias após a aplicação dos tratamentos. As

folhas mais novas mostravam um amarelecimento marginal e internerval. Com o decorrer dos dias esse amarelecimento do limbo tornava-se uniforme.

Aos 76 dias após iniciados os tratamentos, continuava a clorose homogênea da lâmina das folhas novas.

Por ocasião da coleta (28 de fevereiro de 1983), as folhas novas mostravam uma clorose uniforme do limbo entre as nervuras principais e secundárias, 1,5 D (1,5 : 5,5 : 1,5). (Figura 6). As folhas intermediárias também apresentavam uma coloração verde amarelada marginal (Figura 6). A coloração das folhas nas plantas cultivadas em solução nutritiva completa era verde normal, 22 W (22 : 4 : 6).

Com relação ao desenvolvimento das plantas, foi observado um crescimento reduzido e menor número de folhas quando comparadas com aquelas desenvolvidas em solução nutritiva completa. O comprimento da raiz não apresentou diferença em relação aos demais tratamentos.



Figura 6. Sintomas de deficiência de enxofre. à esquerda, clorose uniforme do limbo das folhas mais novas; à direita, clorose marginal.

Os sintomas observados concordam com os relatados por diversos autores (COOK, 1966 e JACOB e UEXKÜLL, 1966 para diferentes cultivares ; AHMEDULLAH e MAYER, 1980 para 'Concord'). DELMAS (1971) descreveu que normalmente não ocorre deficiência desse elemento no campo em virtude de sua presença nos adubos químicos e defensivos agrícolas geralmente utilizados.

4.1.6. Quadro resumido do diagnóstico de deficiências minerais em videira do cultivar Niagara Rosada (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.) nas condições do ensaio, em solução nutritiva com omissão de nutrientes

Elemento deficiente	Aspecto geral da planta	Características detalhadas das folhas	Caules	Observações
Nitrogênio	Crescimento reduzido. Folhas em menor número e tamanho, desprendendo-se com facilidade dos caules.	Primeiros sintomas: folhas mais velhas com clorose verde amarelada, passando à amarela pálida com a severidade. Após, tornam-se vermelhas e necrosadas e caem. Nas folhas mais novas, clorose homogênea de coloração verde clara.	Internódios curtos. Cor verde normal.	Comprimento da raiz não diferenciado em relação aos demais tratamentos.
Fósforo	Crescimento drasticamente paralizado. Folhas em menor número e tamanho.	Primeiros sintomas: folhas mais velhas com pintas pretas no limbo; folhas mais velhas com cor verde escura opaca entre as nervuras e depois vermelha violácea; enrolamento dos bordos do limbo, necrose e queda prematura das folhas. Pecíolos e nervuras principais e secundárias de cor vermelha.	Internódios curtos. Coloração vermelha.	Comprimento da raiz não diferenciado em relação aos demais tratamentos. Difícil de se encontrar no campo.
Potássio	Crescimento moderadamente paralizado. Menor número e tamanho das folhas.	<p>a) Primeiros sintomas: folhas mais velhas com pequenos pontos necróticos marginais e internervais. Amarelecimento e queimadura marginal uniforme em direção ao seio peciolar e queda das folhas inferiores. Enrolamento dos bordos para cima.</p> <p>b) Primeiros sintomas: folhas intermedeárias com cor vermelha fraca, clorose marginal e internerval, enrolamento dos bordos para cima e para baixo. Folhas intermedeárias e superiores com enrugamento e queimadura marginal.</p> <p>c) "Folha escura": escurecimento internerval próximo às nervuras dos limbos da face posterior das folhas intermedeárias.</p>	Internódios curtos. Coloração vermelha.	Comprimento da raiz não diferenciado em relação aos demais tratamentos.

Elemento deficiente	Aspecto geral da planta	Características detalhadas das folhas	Caules	Observações
Cálcio	Crescimento reduzido. Menor número e tamanho das folhas.	Primeiros sintomas: folhas mais novas com clorose marginal e internerval; enroscamento dos bordos para baixo. Apices vegetativos curvos em forma de ganchos. As folhas intermediárias com amarelecimento internerval.	Internódios curtos.	Comprimento da raiz não diferenciado em relação aos demais tratamentos. Confiabilidade de potássio.
Enxofre	Crescimento reduzido. Menor número de folhas.	Primeiros sintomas: folhas mais novas com amarelecimento uniforme do limbo. As folhas intermediárias com cor verde amarelada leve. Folhas inferiores com cor verde amarelada marginal.		Comprimento da raiz não diferenciado em relação aos demais tratamentos. Dificuldade de se encontrar no campo devido sua presença nos adubos e defensivos agrícolas, e no ar atmosférico produzido da poluição em áreas industrializadas.

4.2. Desenvolvimento das plantas

O desenvolvimento das plantas foi avaliado através do número de folhas, altura da parte aérea (em cm), comprimento da raiz (em cm) e peso da matéria seca total e dos diversos órgãos da planta (em mg).

4.2.1. Número de folhas, altura da parte aérea e comprimento da raiz

O resumo da análise de variância e as médias do número de folhas, altura da parte aérea e comprimento da raiz, por tratamento, encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Na Tabela 3 verifica-se que os tratamentos completos apresentavam plantas com maior número de folhas e maior crescimento da parte aérea, diferindo estatisticamente dos tratamentos com omissão de nutrientes correspondentes. Quanto ao comprimento da raiz, não houve diferença significativa entre os tratamentos com omissão de cada nutriente e os completos respectivos.

DELMAS (1971) estudando o cultivar Merlot, em solução nutritiva, encontrou um menor número de folhas nas plantas em condições carenciais de alguns macronutrientes em relação ao tratamento completo.

Tabela 2. Resumo da análise da variância do número de folhas por planta, altura da parte aérea por planta (cm) e comprimento da raiz por planta (cm).

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Número Folhas	Altura parte aérea (cm)	Comprimento raiz (cm)	
A ₁	Tratamento	2	41,00**	1.681,60**	16,95 n.s.
	Resíduo	6	0,72	12,50	21,63
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	7,06	8,26	9,90
A ₂	Tratamento	2	200,76**	9.184,72**	13,81 n.s.
	Resíduo	6	1,89	25,47	13,80
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	7,08	4,96	7,57
A ₃	Tratamento	1	163,18**	4.362,66**	37,80 n.s.
	Resíduo	4	0,21	62,28	48,59
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	1,49	4,80	12,22

n.s. : não significativo.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1 , 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 3. Médias do número de folhas, da altura da parte aérea (cm) e do comprimento da raiz (cm), por tratamento.

Tratamentos	Número de Folhas	Altura Parte Aérea (cm)	Comprimento Raiz (cm)
Completo 1	15,38 a*	68,31 a	49,35 a
Omissão de N	8,07 c	21,48 c	44,60 a
Omissão de Ca	12,66 b	38,81 b	46,90 a
D.M.S. (Tukey 5%)	2,13	8,88	-
Completo 2	26,39 a	146,26 a	51,44 a
Omissão de P	10,38 c	39,84 c	47,43 a
Omissão de K	21,30 b	119,35 b	48,10 a
D.M.S. (Tukey 5%)	3,44	12,67	-
Completo 3	36,06 a	191,18 a	59,57 a
Omissão de S	25,63 b	137,25 b	54,55 a
D.M.S. (Tukey 5%)	1,04	17,92	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

O crescimento reduzido da parte aérea das plantas cultivadas em solução com omissão de macronutrientes estudados, obtido no presente trabalho, é concordante com os verificados por diversos autores (HAGLER e SCOTT, 1949; BERGMAN *et alii*, 1960; ALEXANDER e WOODHAM, 1970 e DELMAS, 1971).

Em relação ao comprimento da raiz, BERGMAN *et alii* (1960) relataram não existir diferença significativa entre os tratamentos carentes de nutrientes e os com solução nutritiva completa, concordando com os resultados obtidos na pesquisa desenvolvida.

Nas Tabelas 4 e 5, acham-se expostos, o resumo da análise de variância e as médias do número de folhas, altura da parte aérea (em cm) e comprimento da raiz (em cm), por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

A Tabela 5 mostra que os tratamentos -K, -Ca e -S, não diferindo entre si, apresentavam plantas com maior número de folhas e diferiam significativamente dos tratamentos -N e -P, que eram estatisticamente iguais. Por sua vez o tratamento -N não diferiu do -S. No tocante à altura da parte aérea, as plantas dos tratamentos com omissão de potássio ou enxofre, iguais entre si, apresentavam maior crescimento, diferindo estatisticamente das dos tratamentos com omissão de nitrogênio, de fósforo e de cálcio. No entanto, os tratamentos -N e -P, iguais entre si, eram inferiores e diferiram significativamente do tratamento -Ca.

Tabela 4. Resumo da análise da variância do número de folhas por planta, altura da parte aérea por planta (cm) e comprimento da raiz por planta (cm), considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Número de Folhas	Altura Parte Aérea (cm)	Comprimento Raiz (cm)
Tratamento	4	0,108**	0,173**	0 n.s.
Resíduo	10	0,005	0,002	0,017
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	10,77	7,41	13,98

n.s. : não significativo

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 5. Médias do número de folhas, da altura da parte aérea (cm) e do comprimento da raiz (cm), por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Número de Folhas	Altura Parte Aérea (cm)	Comprimento Raiz (cm)
Omissão de N	0,52 bc*	0,32 c	0,90 a
Omissão de P	0,39 c	0,27 c	0,93 a
Omissão de K	0,81 a	0,82 a	0,93 a
Omissão de Ca	0,83 a	0,57 b	0,96 a
Omissão de S	0,71 ab	0,72 a	0,92 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,19	0,11	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao comprimento da raiz, não houve diferença significativa entre os tratamentos com omissão de nutrientes.

Em relação ao crescimento reduzido da parte aérea nas plantas com carência de nitrogênio, os resultados obtidos no experimento realizado concordam com os verificados por HAGLER e SCOTT (1949), por BERGMAN *et alii* (1960), por Hiroyasu (1963) e por Ismail *et alii* (1963), citados por DELMAS (1971) e por DELMAS (1971). Por outro lado, os resultados ainda concordam com os descritos por DELMAS (1964 e 1971), que observou um drástico retardamento no crescimento dos ramos principais nas plantas carentes de fósforo e moderadamente reduzido nas carências de potássio.

4.2.2. Peso de matéria seca total e dos diferentes órgãos da planta

O resumo da análise de variância e as médias da produção de matéria seca total e dos diversos órgãos da videira (em mg), por tratamento, acham-se nas Tabelas 6 e 7.

Na Tabela 7 observa-se que os tratamentos completos apresentavam videiras com produção mais elevada de matéria seca total, das folhas e dos caules, diferindo estatisticamente dos tratamentos com omissão de nutrientes correspondentes.

Tabela 6. Resumo da análise da variância do peso da matéria seca total (mg /planta) , das folhas (mg /planta), dos caules (mg /planta) e das raízes (mg /planta).

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		Folhas	Caules	Raízes	Total	
A ₁	Tratamento	2	1.645.834,08**	331.298,64**	4.659,61 n.s.	3.611.249,73**
	Resíduo	6	19.596,28	3.668,07	3.866,46	17.884,67
	Total	8	-	-	-	-
	C.V. (%)	-	7,82	8,51	7,72	4,04
A ₂	Tratamento	2	27.713.123,63**	17.148.050,01**	329.970,35*	98.921.940,25**
	Resíduo	6	119.814,01	210.005,29	35.164,30	460.582,19
	Total	8	-	-	-	-
	C.V. (%)	-	6,44	13,26	12,98	6,61
A ₃	Tratamento	1	23.805.993,66**	24.032.410,93*	239.120,80 n.s.	105.481.623,87*
	Resíduo	4	1.096.438,25	1.318.365,31	58.304,75	5.554.524,51
	Total	5	-	-	-	-
	C.V. (%)	-	9,14	13,15	7,91	10,14

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1 , 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 7. Médias dos pesos da matéria seca total (mg /planta) e dos diversos órgãos da planta (mg /planta) , por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes	Total
Completo 1	2.514,4 a*	1.081,9 a	850,4 a	4.446,7 a
Omissão de N	1.034,0 c	439,7 c	784,5 a	2.258,2 c
Omissão de Ca	1.821,3 b	612,5 b	780,0 a	3.213,8 b
D.M.S. (Tukey 5%)	351,19	151,93	-	335,48
Completo 2	8.323,7 a	5.850,0 a	1.826,2 a	15.999,9 a
Omissão de P	2.251,8 c	1.068,4 c	1.224,1 b	4.544,3 c
Omissão de K	5.537,7 b	3.453,1 b	1.284,0 b	10.274,8 b
D.M.S. (Tukey 5%)	868,35	1.149,62	470,43	1.702,53
Completo 3	13.448,8 a	10.735,2 a	3.250,5 a	27.434,5 a
Omissão de S	9.465,0 b	6.732,5 b	2.851,2 a	19.048,7 b
D.M.S. (Tukey 5%)	2.378,69	2.608,34	-	5.353,89

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados do peso de matéria seca das raízes das plantas, apresentados na mesma Tabela, mostram que não houve diferença significativa entre o tratamento completo 1 e os com omissão de nitrogênio e cálcio, e o tratamento completo 3 e o com omissão de enxofre. Porém, o completo 2 foi superior e diferiu estatisticamente dos tratamentos sem fósforo e sem potássio.

Os resultados obtidos neste experimento concordam com os observados por BERGMAN *et alii* (1960), que relataram ter sido o tratamento completo superior, diferindo significativamente dos tratamentos com carências de nutrientes, quanto ao peso de matéria seca total, das folhas e dos ramos. Os mesmos autores, descreveram não haver diferença significativa entre o peso de matéria seca das raízes cultivadas em tratamentos com carência de nutrientes comparada com aquelas desenvolvidas em solução nutritiva completa, concordando na maior parte com os resultados verificados nas observações efetuadas. ALEXANDER e WOODHAM (1970) conduzindo videiras 'Sultana', em solução nutritiva completa, e ausente de N, P, K, Mg ou S, verificaram que o tratamento completo foi superior e diferiu significativamente dos tratamentos com omissão de nutrientes, quanto ao peso de matéria seca das raízes, concordando em parte com os resultados obtidos na pesquisa desenvolvida. Cultivando videiras 'Merlot', em solução nutritiva, DELMAS (1971) observou valores inferiores, diferindo significativamente, do peso de matéria seca total, das folhas e dos ramos de plantas

em soluções carentes de N, P ou K, em comparação com a solução completa, concordando com os resultados observados no experimento realizado. O mesmo autor, encontrou valores inferiores de produção de matéria seca das raízes de plantas cultivadas em solução com carência de N, P ou K quando comparadas com as cultivadas em solução nutritiva completa, concordando em parte com os dados verificados no presente ensaio. IANNINI e EGGER (1972) conduzindo também videiras do cultivar Merlot, em solução nutritiva, obtiveram produção mais elevada de matéria seca das folhas e dos ramos de plantas em solução de concentração mais elevada de nitrogênio, em relação ao tratamento sem nitrogênio. PEREIRA *et alii* (1976) encontraram as seguintes variações dos pesos de matéria seca das folhas, dos ramos e das raízes de cinco porta-enxertos de videira, respectivamente: 6,59 a 28,05 g/planta, 7,48 a 27,62 g/planta e 1,85 a 4,68 g/planta.

Nas Tabelas 8 e 9 encontram-se o resumo da análise de variância e as médias da produção de matéria seca total e das diversas partes da videira (em mg), por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Na Tabela 9 verifica-se que os tratamentos -K, -Ca e -S, iguais estatisticamente entre si, apresentavam plantas com peso mais elevado de matéria seca das folhas e diferiam significativamente dos tratamentos -N e -P. Por sua vez, o tratamento -P foi menor diferindo significativamente do -N. As plantas do tratamento -P continham peso mais baixo

Tabela 8. Resumo da análise da variância do peso da matéria seca total (mg /planta) , das folhas (mg /planta), dos caules (mg /planta) e das raízes (mg /planta), considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	Total
Tratamento	4	0,123**	0,103**	0,040*	0,098**
Resíduo	10	0,003	0,005	0,010	0,003
Total	14	-	-	-	-
C.V. (%)	-	8,93	14,58	12,20	9,65

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 9. Médias dos pesos da matéria seca total (mg /planta) e dos diversos órgãos da planta (mg /planta) , por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes	Total
Omissão de N	0,41 b*	0,41 b	0,92 a	0,51 b
Omissão de P	0,27 c	0,18 c	0,67 a	0,28 c
Omissão de K	0,67 a	0,60 ab	0,71 a	0,64 ab
Omissão de Ca	0,72 a	0,57 ab	0,92 a	0,72 a
Omissão de S	0,70 a	0,63 a	0,88 a	0,70 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,13	0,19	0,27	0,15

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

de matéria seca dos caules e diferiam significativamente dos demais tratamentos. Os tratamentos -K, -Ca e -S, não diferindo entre si, apresentavam plantas com peso mais elevado de matéria seca dos caules, porém os tratamentos -K e -Ca foram iguais ao -N. Em relação ao peso de matéria seca das raízes não houve diferença significativa entre os tratamentos com omissão de nutrientes. Finalmente, as videiras do tratamento -P apresentavam peso mais baixo de matéria seca total e diferiam estatisticamente dos demais tratamentos. Por sua vez, os tratamentos -K, -Ca e -S, iguais entre si, apresentavam plantas com produção mais elevada de matéria seca total, porém os tratamentos -K e -N não diferiram entre si.

Os resultados obtidos nas observações efetuadas concordam em parte com os encontrados por BERGMAN *et alii* (1960) com relação ao peso de matéria seca total, das folhas, dos ramos e das raízes das plantas cultivadas em solução com omissão de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. Quanto ao peso de matéria seca das raízes, os resultados verificados por ALEXANDER e WOODHAM (1970) também concordam na maior parte dos casos com os observados no presente experimento.

Pode-se concluir que a omissão dos nutrientes da solução nutritiva afetou o desenvolvimento das plantas avaliada através da produção reduzida de matéria seca total.

Os resultados de baixa produção de matéria seca nos órgãos das plantas, quase sempre inferiores aos citados pe

la literatura, se deve provavelmente à utilização de sarmentos com uma gema como material de propagação.

4.2.3. Taxas diárias de crescimento da parte aérea e de acúmulo de matéria seca

As taxas diárias de crescimento da parte aérea e de acúmulo de matéria seca em quatro estádios de desenvolvimento da planta, encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Taxas diárias de acúmulo de matéria seca e de crescimento da parte aérea em quatro estádios de desenvolvimento da planta.

Período (Dias)	Acúmulo de Matéria Seca (mg/pl./dia)	Crescimento Parte Aérea (cm/pl./dia)
0 - 105	5,822	0,056
106 - 166	62,875	1,024
167 - 203	312,249	2,107
204 - 214	1.039,509	4,084

Observa-se pelos dados constantes na referida tabela que a taxa diária de crescimento da parte aérea e de acúmulo de matéria seca foi mais intensa no período entre 204 e 214 dias, sendo portanto a fase crítica de exigência nutricional, nos períodos estudados.

4.3. Concentração de nutrientes

4.3.1. Concentração de macronutrientes

Os valores da concentração de macronutrientes estão expressos no presente trabalho em porcentagem da matéria seca.

4.3.1.1. Nitrogênio

4.3.1.1.1. Concentração de N (%) da matéria seca

O resumo da análise de variância e os teores de nitrogênio nas folhas, caules e raízes da planta, por tratamento, acham-se nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11. Resumo da análise da variância da concentração de N (%) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	2,850**	0,155**	1,007**
	Resíduo	6	0,030	0,008	0,042
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	6,51	8,65	11,60
A ₂	Tratamento	2	1,080**	4,790**	1,407**
	Resíduo	6	0,020	0,030	0,017
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	5,51	12,50	5,97
A ₃	Tratamento	1	0,130 n.s.	0,154**	0,528*
	Resíduo	4	0,020	0,001	0,038
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	5,76	3,61	6,45

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1 , 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 12. Médias dos teores de N (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	3,35 a*	1,03 b	2,17 a
Omissão de N	1,50 b	0,82 b	1,10 b
Omissão de Ca	2,97 a	1,27 a	2,03 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,43	0,23	0,514
Completo 2	3,05 a	2,81 a	2,89 a
Omissão de P	1,88 b	0,56 b	1,52 c
Omissão de K	2,71 a	0,69 b	2,13 b
D.M.S. (Tukey 5%)	0,35	0,43	0,075
Completo 3	2,58 a	0,67 b	2,73 b
Omissão de S	2,28 a	0,99 a	3,32 a
D.M.S. (Tukey 5%)	-	0,07	0,443

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

a) Planta inteira

A Tabela 12 mostra que no tratamento com omissão de nitrogênio, bem como nos tratamentos completos 1 e 2, a concentração de nitrogênio nos órgãos da planta obedeceu à seguinte ordem decrescente: folhas > raízes > caules. No tratamento completo 3 a ordem decrescente foi: raízes > folhas > caules.

Nos tratamentos -N, completo 1 e completo 2, esse nutriente apresentou concentração mais elevada nas folhas indicando sua mobilidade na planta.

EPSTEIN (1975) relatou a fácil translocação do nitrogênio para as partes superiores da planta.

Os resultados verificados nesses tratamentos concordam com os observados por DELMAS (1971) estudando as carências nutricionais em videiras do cultivar Merlot, conduzidas em solução nutritiva, e por SCIENZA e DÜRING (1980) estudando os diferentes níveis de suprimento de nitrogênio em videiras do cultivar Cabernet Franc enxertadas sobre o porta-enxerto 'Kober 5BB'. PEREIRA *et alii* (1976) comparando os porta-enxertos 'Riparia do Traviú', 'Kober 5BB', RR 101-14', 'IAC 766' e 'IAC 571-6', quanto ao pegamento, desenvolvimento e extração de macronutrientes e DECHEN (1979) estudando o acúmulo de nutrientes pela videira do cultivar Niagara Rosada, durante um ciclo vegetativo, encontraram teores mais elevados de nitrogênio nas folhas do que nos ramos, concordando com os dados obti

dos neste experimento realizado. ADAMOV (1976) cultivando hidroponicamente videiras enxertadas, encontrou teores mais elevados desse elemento nas folhas, depois nos ramos novos e posteriormente nas raízes, concordando em parte com os resultados verificados nas observações efetuadas.

Ainda na Tabela 12, nota-se que a omissão de nitrogênio na solução provocou uma diminuição significativa da concentração desse elemento nas folhas e raízes, quando comparada ao tratamento completo coletado na mesma época. A omissão de nitrogênio na solução não afetou significativamente sua concentração nos caules, provavelmente devido a coleta ter sido realizada poucos dias após a aplicação dos tratamentos, não havendo tempo suficiente para diferenciação da concentração nesses tecidos.

Esses dados concordam em parte com os descritos por DELMAS (1971) que encontrou teores mais elevados de nitrogênio, diferindo significativamente, nas folhas, ramos e raízes de videiras desenvolvidas em solução nutritiva completa, quando comparadas com plantas em solução com carência de nitrogênio. SCIENZA e DÜRING (1980), em condições de campo, encontraram concentração mais elevada de nitrogênio nas folhas, ramos e raízes de videiras, diferindo estatisticamente, quando houve uma elevação de suprimento desse elemento, em comparação à dose zero de nitrogênio. Os resultados obtidos pelos autores discordam somente no tocante à concentração de nitrogênio nos caules, com os observados na pesquisa desenvolvida. ALE-

XANDER e WOODHAM (1970) encontraram variação de 3,06 a 4,41% na concentração de N no limbo foliar, conduzindo videiras do cultivar Sultana em solução nutritiva completa e de 1,31 a 1,79% em solução com omissão de nitrogênio. Estes dados concordam quando da concentração mais elevada do elemento, com os encontrados neste trabalho.

b) Folhas

Observa-se, pela mesma Tabela 12, o teor de 1,50% de N nas folhas quando foi omitido esse elemento da solução nutritiva.

Lagatu e Maumê (1934), citados por DELMAS (1971) e MAUMÊ e DULAC (1948) estudando videiras da espécie *Vitis vinifera*, estabeleceram os níveis de deficiência de nitrogênio nas folhas como sendo < 3,2% no início do florescimento, < 2,5% no início da maturação dos frutos e < 1,75% na maturação, concordando com o teor observado neste ensaio. BEYERS (1962), na África do Sul, estudando uma estimativa de critérios de composição mineral da folha com limites mínimo e máximo do valor ideal, estabeleceu o nível crítico de 1,6% de N, valor este semelhante ao verificado no experimento realizado. ALEXANDER e WOODHAM (1970) encontraram variação de 1,31 a 1,79% de N nos limbos basais e recém maduros de plantas cultivadas em solução com omissão de nitrogênio. DELMAS (1971) estabeleceu o valor crítico da concentração desse nutriente em 2,5% nas folhas co-

lhidas na média estação vegetativa. SCIENZA e DÜRING (1980) estudando os efeitos de níveis diferentes de suprimento de nitrogênio nas videiras sobre o teor de N total das folhas do cultivar Cabernet Franc enxertado sobre 'Kober 5BB', encontrou 2,03% como valor resultante da dose zero de nitrogênio, valor este superior ao observado na pesquisa desenvolvida, provavelmente devido aos fatores clima, solo, variedade, etc, não serem os mesmos. Na Suíça, após quatro anos de pesquisas e experimentos de análise de solos e de folhas de videira, RYSER (1982), estabeleceu como muito baixo o teor de 1,44% de N nas folhas opostas ao primeiro cacho, coletadas no início da maturação dos frutos, valor este aproximado ao verificado nas observações efetuadas.

As concentrações de N nas folhas encontradas em diversos trabalhos citados na literatura apresentam acentuadas variações em função de muitos fatores, desse modo serão relatados os que apresentam teores desse nutriente próximos do valor 3,35% encontrado no tratamento completo 1 do presente experimento.

VETTORI (1954) , num levantamento nutricional de vinhedos, analisando as duas primeiras folhas da base dos brotos de frutificação, coletadas em quatro épocas distintas, encontrou a variação média entre 3,0 a 4,2% de N . Conduzindo experimentos de adubação no campo, com videiras do cultivar Concord, SHAULIS e KIMBALL (1956) estabeleceram os níveis adequados variando de 1,70 a 3,20% . Na França, LELAKIS (1958)

estabeleceu o nível ideal de $3,75\% \pm 0,97$ de nitrogênio nas quartas e quintas folhas dos ramos de frutificação de videiras. GALLO e OLIVEIRA (1960) estudando a influência da época de amostragem, do porta-enxerto e da presença de cachos nos ramos sobre a composição mineral das folhas de videira do cultivar Angélica (IAC 344-2) , sobre 'Golia' e 'RR 101-14' , amostrando a folha madura mais nova, encontraram variações entre 4,10 a 3,00% nos teores de nitrogênio, do início do florescimento até a maturação. Para o cultivar Niagara Rosada plantado diretamente, sem enxertia, GALLO e RIBAS (1962) amostrando a primeira folha madura no florescimento, encontraram teor de 3,55%. Cultivando videiras do cultivar Merlot, em solução nutritiva considerada adequada, DELMAS (1964) observou a variação de 2,74 a 5,78% no teor de N nas folhas colhidas no início da maturação dos frutos. HERNANDO e MENDIOLA (1965) encontraram os valores da concentração de nitrogênio em folhas de videiras coletadas em três épocas distintas cuja variação foi de 1,71 a 3,91% . DELMAS (1971) citou o teor de 3,2% de nitrogênio como adequado nas folhas de videiras 'Merlot', conduzidas em solução nutritiva completa, colhidas no início do florescimento. DECHEN (1979) encontrou variações no teor de nitrogênio de 4,04 a 2,73% nas folhas terminais e de 3,92 a 2,51% nas folhas basais.

c) Caules

Ainda na Tabela 12 , verifica-se que o teor de

nitrogênio nos caules é de 0,82% no tratamento com omissão de nitrogênio.

BERGMAN *et alii* (1960) cultivando estacas de um ano de idade de videira 'Concord', em solução nutritiva carente de nitrogênio, em condições de casa de vegetação, encontraram o teor de 0,63% de N nos ramos de plantas com sintomas visíveis de deficiência de nitrogênio, valor este abaixo do observado no experimento realizado. DELMAS (1971) encontrou o teor de 0,70% nos ramos de videiras 'Merlot', desenvolvidas em solução com carência de nitrogênio. Na França, estudando a influência do enxerto sobre a nutrição mineral da videira, DELAS e POUGET (1979) encontraram a concentração de 0,74% e 0,67% de nitrogênio, respectivamente, nos ramos podados de 'Merlot' não enxertado e enxertado, para o tratamento sem esse elemento. SCIENZA e DÜRING (1980) encontraram o teor de 0,40% de nitrogênio total dos ramos, para o tratamento sem nitrogênio.

No experimento o valor de nitrogênio encontrado nos caules no tratamento completo 1 foi de 1,03% (Tabela 12).

BERGMAN *et alii* (1958) em estudo comparativo dos teores de nitrogênio nos ramos e pecíolos da videira 'Concord', desenvolvida em solução nutritiva durante dezesseis semanas, encontraram uma correlação altamente significativa entre os teores desse nutriente nestes órgãos, sendo que o teor médio observado foi de 1,05% de N nos ramos. Este valor é semelhante ao verificado nas observações efetuadas. DELMAS (1971)

para a videira 'Merlot' , cultivada em solução nutritiva completa, encontrou o teor de 0,94% de N nos ramos. PEREIRA *et alii* (1976) relataram teores de nitrogênio variando de 0,78 a 0,92% nos ramos. DECHEN (1979) encontrou variações no teor de nitrogênio de 3,21 a 0,92% nos sarmentos terminais e de 1,75 a 1,00% nos sarmentos basais. SCIENZA e DÜRING (1980) encontraram o teor de 1,02% de N total nos ramos para o tratamento com dose de 2g de N por planta. Todos estes dados confirmam os resultados obtidos no presente trabalho.

d) Raízes

A Tabela 12 , mostra também o valor da concentração de nitrogênio nas raízes que foi de 1,10% no tratamento com omissão de N , enquanto no tratamento completo 1 foi de 2,17% .

DELMAS (1971) cultivando videiras 'Merlot' em solução nutritiva carente de nitrogênio encontrou o teor de 1,56% desse elemento nas raízes, ao passo que videiras em solução completa apresentavam um teor de 2,15% nas raízes. O valor encontrado pelo autor de 1,56% de N nas raízes de videira em solução carente foi mais elevado do que o observado no presente ensaio, provavelmente devido a ausência total desse nutriente na solução nutritiva da pesquisa desenvolvida. SCIENZA e DÜRING (1980) encontraram o valor de 1,08% de N nas raízes para o tratamento com dose 1g /planta desse nutriente, enquanto encontraram o valor de 1,73% para o tratamento com maior

dose de nitrogênio. Os teores obtidos pelo autor aproximam-se dos verificados nas observações efetuadas.

e) Interações entre N e os elementos P , K , Ca e S

Omitindo cálcio da solução nutritiva houve uma diferença significativa apenas na concentração de nitrogênio nos caules das plantas, sendo este teor mais elevado que nos caules de plantas cultivadas em solução nutritiva completa 1. No caso, ocorreu uma interação entre cálcio e nitrogênio, denominada antagonismo.

Esses resultados são discordantes dos observados por DELMAS (1971) que encontrou sinergismo entre nitrogênio e cálcio nos ramos.

A omissão de fósforo provocou uma diminuição nos teores de nitrogênio nas folhas, caules e raízes, diferindo significativamente em relação ao tratamento completo 2. Logo, houve a ocorrência de sinergismo entre fósforo e nitrogênio.

Os dados concordam com os verificados por Wallace (1949), citado por HERNANDO e MENDIOLA (1965) e por DELMAS (1971), que relataram existir um claro sinergismo entre nitrogênio e fósforo nos ramos e folhas de plantas carentes de fósforo. Kozma e Polyak (1964), citados por DELMAS (1971) mostraram que o teor de N nas folhas aumentou de um modo mais acentuado quando o fósforo foi aumentado na solução nutritiva

(sinergismo), concordando com a interação observada no experimento realizado. ALEXANDER e WOODHAM (1970) verificaram que o teor de nitrogênio diminuiu significativamente à medida que houve uma diminuição de fósforo na solução nutritiva, considerando as análises dos limbos basais e recém maduros de videiras 'Sultana', desenvolvidas em solução nutritiva.

Com a omissão de potássio da solução os teores de nitrogênio nos caules e raízes das plantas foram mais baixos, e diferiram significativamente quando comparadas com plantas em solução completa 2. No caso ocorreu sinergismo entre potássio e nitrogênio nos tecidos mencionados.

Wallace (1949), citado por HERNANDO e MENDIOLA (1965) relatou a interação nitrogênio e potássio e concluiu existir sinergismo entre esses nutrientes. ALEXANDER e WOODHAM (1970) observaram não haver diferença significativa no teor de N nos limbos basais das plantas quando foi omitido potássio da solução em comparação ao tratamento completo. DELMAS (1971) verificou existir antagonismo entre N e K nas raízes finas de videiras 'Merlot'. FREGONI e SCIENZA (1977), em condições de campo, estudando a composição mineral das folhas de videiras 'Cabernet Sauvignon' encontraram o teor de 1,64% de N para folhas nitidamente necrosadas, claro sintoma de deficiência de potássio, valor este inferior ao observado na pesquisa desenvolvida. No entanto, verificou existir sinergismo entre nitrogênio e potássio.

Na Tabela 12 , verifica-se que houve um aumento significativo do teor de nitrogênio nos caules e raízes de plantas cultivadas em solução com omissão de enxofre em relação ao tratamento completo 3 (antagonismo).

ALEXANDER e WOODHAM (1970) não encontraram diferença significativa do teor de N nos limbos basais e recém maduros de videiras com a omissão de enxofre na solução, em comparação ao tratamento com todos os nutrientes.

4.3.1.1.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de nitrogênio, expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação $N(\%)$ dos tratamentos com omissão de nutrientes / $N(\%)$ dos tratamentos completos correspondentes.

O resumo da análise de variância e os teores de nitrogênio nas partes da videira, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo, encontram-se nas Tabelas 13 e 14.

Na Tabela 14 , observa-se que o teor de nitrogênio nas folhas e raízes de plantas cultivadas em solução com omissão de N foi mais baixo, diferindo significativamente daquelas plantas onde houve a omissão de potássio, cálcio ou enxofre da solução. O tratamento -P não diferiu do -N em relação aos teores nas folhas e nas raízes.

Tabela 13. Resumo da análise da variância da concentração de N(%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,123**	0,990**	0,268**
Resíduo	10	0,006	0,013	0,005
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	10,67	13,75	8,86

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 14. Médias dos teores de N(%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	0,45 b*	0,81 b	0,51 d
Omissão de P	0,62 b	0,20 c	0,53 d
Omissão de K	0,89 a	0,25 c	0,74 c
Omissão de Ca	0,89 a	1,25 ab	0,95 b
Omissão de S	0,89 a	1,48 a	1,22 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,22	0,30	0,19

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao teor de nitrogênio nos caules de videiras, nota-se, nesta mesma tabela, que no tratamento -S o teor de N foi mais elevado, diferindo estatisticamente do tratamento com omissão de N. O tratamento -Ca foi igual ao -N e os tratamentos -P e -K foram mais baixos e diferiram significativamente do -N.

4.3.1.2. Fósforo

4.3.1.2.1. Concentração de P(%) da matéria seca

O resumo da análise de variância e os teores de fósforo nas diversas partes da planta, por tratamento, encontram-se expostos, respectivamente, nas Tabelas 15 e 16.

a) Planta inteira

A Tabela 16, indica que nos tratamentos com omissão de fósforo e completo 2, a concentração de fósforo se guiu à ordem decrescente: raízes > folhas > caules, enquanto que nos completos 1 e 3, foi: folhas > raízes > caules.

ADAMOV (1976) encontrou teores mais elevados de fósforo nas folhas, após nos ramos novos e posteriormente nas raízes, concordando em parte com os dados verificados neste trabalho. PEREIRA *et alii* (1976) e DECHEN (1979) encontraram te ores mais elevados de fósforo nas folhas que nos ramos, concordando com os resultados obtidos no experimento realizado.

Tabela 15. Resumo da análise da variância da concentração de fósforo (%) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	0,012*	0,0175**	0,0295**
	Resíduo	6	0,002	0,0007	0,0013
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	8,60	7,32	8,05
A ₂	Tratamento	2	0,3920**	0,0500**	0,3650**
	Resíduo	6	0,0008	0,0003	0,0012
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	5,88	8,37	7,09
A ₃	Tratamento	1	0,003 n.s.	0,002 n.s.	0,0003 n.s.
	Resíduo	4	0,003	0,001	0,0039
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	10,42	13,01	12,65

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade de quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 16. Médias dos teores de fósforo (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	0,567 a*	0,365 a	0,556 a
Omissão de N	0,551 ab	0,274 b	0,419 b
Omissão de Cá	0,453 b	0,425 a	0,365 b
D.M.S. (Tukey 5%)	0,113	0,065	0,090
Completo 2	0,582 b	0,286 a	0,711 a
Omissão de P	0,074 c	0,054 b	0,092 b
Omissão de K	0,772 a	0,270 a	0,679 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,070	0,043	0,088
Completo 3	0,503 a	0,226 a	0,494 a
Omissão de S	0,553 a	0,266 a	0,486 a
D.M.S. (Tukey 5%)	-	-	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se ainda que a omissão de fósforo na solução nutritiva diminuiu significativamente a concentração desse nutriente nos órgãos da planta estudados, em relação ao tratamento completo 2.

Esses resultados concordam com os verificados por DELMAS (1971), que encontrou concentrações mais elevadas de fósforo nesses mesmos órgãos de videiras, cultivadas em solução nutritiva adequada, em comparação com videiras em solução carente de fósforo. ALEXANDER e WOODHAM (1970) encontraram variações de 0,65 a 1,80% e 1,25 a 1,65%, respectivamente, nos teores de fósforo nos limbos e pecíolos de videiras, cultivadas em solução com todos nutrientes, enquanto que observaram variações de 0,05 a 0,20% e 0,03 a 0,25%, respectivamente, nesses mesmos tecidos de videiras, desenvolvidas em solução com omissão de fósforo. Notaram também uma concentração mais elevada desse elemento no tratamento completo.

b) Folhas

Nessa mesma Tabela 16, encontrou-se o teor de 0,074% de P nas folhas no tratamento com omissão de fósforo.

BEYERS (1962) estudando uma estimativa de critérios de composição mineral da folha, estabeleceu o nível crítico de 0,12% de P, valor este superior ao verificado nas observações efetuadas. ALEXANDER e WOODHAM (1970) encontraram a variação de 0,05 a 0,20% nos teores de P nos limbos basais e

recém maduros de videiras, cultivadas em solução com omissão de fósforo. DELMAS (1971) estabeleceu o nível de carência de fósforo, nas folhas basais colhidas no florescimento, como sendo $< 0,10\%$, nas videiras desenvolvidas em solução nutritiva com insuficiência de fósforo, concordando com os dados obtidos no presente ensaio. RYSER (1982) estabeleceu o teor de $0,13\%$ de P nas folhas opostas ao primeiro cacho, colhidas no início da maturação dos frutos, como muito baixo, concentração esta superior à encontrada na pesquisa desenvolvida.

Na Tabela 16 foi encontrado o valor da concentração de $0,582\%$ de fósforo nas folhas das plantas no tratamento completo 2.

CAVAZZA (1934) analisando, em diversas épocas, partes da videira, encontrou a variação de $0,33\%$ a $0,17\%$ no teor de P nas folhas, coletadas do florescimento à maturação. BRUNSTETTER *et alii* (1939), em condições de campo, encontraram o teor de $0,53\%$ de P nas segundas folhas da base dos ramos novos de videira 'Niagara'. MAUMÉ e DULAC (1948), num levantamento nutricional dos vinhedos na França, relataram concentrações de $0,13$ a $0,61\%$ de fósforo no início do florescimento, indicando como nível adequado $0,26\%$. LELAKIS (1958) estabeleceu o nível ideal de $0,25\% \pm 0,10$ de fósforo nas quartas e quintas folhas dos ramos em frutificação de videiras. GALLO e OLIVEIRA (1960) encontraram variação de $0,495$ a $0,205\%$ nos teores de fósforo nas primeiras folhas completamente desenvol-

vidas, coletadas do início do florescimento até a maturação.

GALLO e RIBAS (1962) encontraram o teor de 0,26% de P nas primeiras folhas maduras colhidas no florescimento, do cultivar Niagara Rosada plantado diretamente, sem enxertia, teor este inferior ao observado no experimento realizado. Cultivando videiras 'Merlot' em solução nutritiva adequada, DELMAS (1964) observou a variação de 0,68 a 1,65% no teor de fósforo nas folhas coletadas no início da maturação dos frutos. HERNANDO e MENDIOLA (1965) relataram variação de 0,60 a 0,33% nos teores de fósforo nas folhas coletadas em três épocas diferentes. Na Rússia, STANIMIROVIĆ (1968) analisando folhas de 14 variedades de videira, considerou valores médios entre 0,245 a 0,272% .

Estudando a composição foliar do cultivar Seibel 2 enxertado sobre dez porta-enxertos, sendo um deles o próprio cultivar, HIROCE *et alii* (1970) encontraram teor médio de 0,358% de fósforo nas folhas colhidas por ocasião do florescimento. DELMAS (1971) citou a concentração de fósforo de 0,13% nas folhas de videiras cultivadas em solução nutritiva completa, coletadas no florescimento, como adequada. Para o cultivar Muscat Bailey A, HONDA *et alii* (1971), no Japão, obtiveram o teor médio de 0,15% de fósforo nas folhas. Crescimanno *et alii* (1973), citados por LALATTA (1978) encontraram o teor médio de 0,19% de fósforo nas folhas de videira 'Nerello Mascalese'. Em experimentos de campo, efetuando análises mensais de folhas de videira do cultivar Beauty Seedless, SAINI e SINGH

(1975) propuseram 0,20% a 0,23% como níveis ideais de fósforo. DECHEN (1979) encontrou variações de 1,09 a 0,63% no teor de fósforo nas folhas terminais e de 1,22% a 0,96% nas folhas basais. HIROCE e TERRA (1983) determinaram os teores de macrotrientes de pecíolos e limbos das sextas folhas, a partir do ápice dos ramos da videira 'Niagara Rosada', coletados quando as bagas estavam no estágio de "chumbinho", de um ensaio fatorial NPK, 1/5 (5³). O teor de fósforo encontrado no limbo foi de 0,62% e no pecíolo de 0,63%. Essa gama de variação na concentração de fósforo nas folhas, nos diversos trabalhos citados, provavelmente seja devida a fatores como clima, solo, ambiente, variedade, idade da folha e da planta, e outros.

c) Caules

Observa-se, ainda, na referida Tabela 16, o teor de 0,054% de fósforo nos caules de plantas do tratamento com omissão de fósforo.

BERGMAN *et alii* (1960) cultivando videiras em solução nutritiva carente de fósforo, encontraram o teor de 0,11% de P nos ramos de plantas com sintomas visíveis de deficiência de fósforo, teor este mais elevado que o verificado nas observações ora efetuadas. Para o cultivar Merlot, desenvolvido em solução nutritiva com carência de fósforo, DELMAS (1971) encontrou o teor de 0,14% nos ramos.

No experimento realizado, o teor de fósforo nos

caules de plantas cultivadas no tratamento completo 2 foi de 0,286% (Tabela 16).

BERGMAN *et alii* (1958) descreveram teor médio de 0,26% de P nos ramos, valor este aproximado ao observado no presente trabalho. DELMAS (1971) relatou teor médio de 0,16% de P nos ramos de videiras conduzidas em solução nutritiva completa. PEREIRA *et alii* (1976) encontraram concentrações de fósforo variando de 0,219 a 0,293% nos ramos. DECHEN (1979) observou variações de 0,39 a 0,28% no teor de fósforo nos sarmentos terminais e basais. Cultivando videiras 'Delaware' em solução nutritiva, KOBAYASHI *et alii* (1955) obtiveram variação de 0,21 a 0,24% no teor de P nos brotos para videiras sem produção, e de 0,30% para aquelas em produção. Os teores encontrados pelos diversos autores citados aproximam-se dos teores verificados na pesquisa desenvolvida.

d) Raízes

Ainda na Tabela 16, tem-se o teor de 0,092% de fósforo nas raízes de plantas cultivadas no tratamento com omissão de fósforo, ao passo que para plantas do tratamento completo 2 tem-se o teor de 0,711%.

Desenvolvendo videiras do cultivar Merlot em solução nutritiva carente de fósforo, DELMAS (1971) encontrou o teor de 0,13% de P nas raízes, enquanto que videiras em solução completa, apresentavam um teor de 0,18%. O valor obtido

pelo autor em solução carente é semelhante ao verificado neste trabalho.

e) Interações entre P e os elementos N, K, Ca e S

Omitindo nitrogênio da solução nutritiva houve uma diferença significativa na concentração de fósforo nos caules e nas raízes das plantas, sendo esses teores mais baixos que nos mesmos órgãos de plantas cultivadas em solução completa 1. Nesse caso ocorreu sinergismo entre nitrogênio e fósforo.

Os dados são concordantes com os observados por Wallace (1949), citado por HERNANDO e MENDIOLA (1965) e por DELMAS (1971), que descreveram existir um claro sinergismo entre nitrogênio e fósforo nos ramos de plantas carentes de nitrogênio em relação à plantas normais. ALEXANDER e WOODHAM (1970) verificaram que o teor de fósforo no limbo basal diminuiu significativamente à medida em que foi diminuída a concentração de nitrogênio na solução. Na França, DELMAS e POUGET (1979) encontraram os teores de 0,17 e 0,14% de fósforo, respectivamente, nos ramos podados de videiras 'Merlot' não enxertadas e enxertadas para o tratamento sem nitrogênio, teores estes inferiores ao verificado na pesquisa desenvolvida. No entanto observaram existir sinergismo entre nitrogênio e fósforo.

Na Tabela 16, nota-se ainda que a omissão de cálcio provocou uma diminuição nos teores de fósforo nas fo-

lhas e raízes das plantas, diferindo significativamente em relação às plantas do tratamento completo 1. Ocorreu assim sinergismo entre cálcio e fósforo.

DELMAS (1971) relatou que diminuindo o nível de P na solução nutritiva, houve diminuição do teor de cálcio nas folhas e nas raízes finas, concordando com os resultados obtidos no experimento realizado. ALEXANDER e WOODHAM (1970) verificaram que o teor de fósforo diminuiu significativamente à medida em que houve omissão de cálcio na solução nutritiva, considerando as análises dos limbos basais e recém maduros do cultivar Sultana.

Com a omissão de potássio da solução, os teores de fósforo nas folhas foram mais elevados, diferindo significativamente em comparação com plantas do tratamento completo 2 (Tabela 16). Houve a ocorrência de antagonismo entre potássio e fósforo.

DELMAS (1971) relatou antagonismo entre fósforo e potássio nas folhas de videiras 'Merlot'. FREGONI e SCIENZA (1977) encontraram o teor de 0,23% de fósforo nas folhas com sintomas de potássio, e 0,12% nas folhas saudias. Embora os valores verificados pelos autores sejam inferiores aos do presente ensaio, notou-se haver antagonismo entre fósforo e potássio em ambos os resultados.

Na Tabela 16, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos completo 3 e -S nas

diversas partes da planta.

ALEXANDER e WOODHAM (1970) também não verificaram diferença significativa no teor de fósforo nos limbos basais das videiras cultivadas nos tratamentos -S e completo.

4.3.1.2.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de fósforo, expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação $P(\%)$ dos tratamentos com omissão de nutrientes / $P(\%)$ dos tratamentos completos correspondentes.

Nas Tabelas 17 e 18 acham-se expostos o resumo da análise de variância e as concentrações de fósforo nos diversos órgãos da videira, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

A Tabela 18, mostra que o teor de fósforo nas folhas, caules e raízes de videiras cultivadas em solução com omissão de fósforo foi mais baixo, diferindo significativamente das plantas dos tratamentos com omissões de nitrogênio, potássio, cálcio e enxofre.

Tabela 17. Resumo da análise da variância da concentração de fósforo (%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,62**	0,495**	0,360**
Resíduo	10	0,01	0,004	0,007
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	11,49	7,14	11,43

** significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 18. Médias dos teores de fósforo (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	0,97 bc*	0,75 c	0,75 bc
Omissão de P	0,13 d	0,19 d	0,13 d
Omissão de K	1,33 a	0,94 b	0,96 ab
Omissão de Ca	0,80 c	1,17 a	0,66 c
Omissão de S	1,10 ab	1,18 a	0,99 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,27	0,16	0,22

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.1.3. Potássio

4.3.1.3.1. Concentração de K(%) da matéria seca

O resumo da análise de variância e os teores de potássio nas partes da videira, por tratamento, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 19 e 20.

a) Planta inteira

Em relação à concentração de potássio nos órgãos da planta verifica-se, na Tabela 20, a seguinte ordem decrescente para o tratamento com omissão de potássio: folhas > caules > raízes. No tratamento completo 1 a ordem decrescente foi: caules > raízes > folhas, enquanto que nos tratamentos completos 2 e 3 foi: raízes > caules > folhas.

Na omissão de potássio, os sintomas iniciais de deficiência foram observados nas folhas inferiores e a concentração mais elevada de potássio encontrada nas folhas, indicando a mobilidade do potássio para as regiões em crescimento do vegetal. No completo 1, que foi coletado poucos dias após a aplicação dos tratamentos (36 dias), provavelmente os caules das plantas é que estavam em maior crescimento, apresentando por isso concentração mais elevada de potássio.

Tabela 19. Resumo da análise da variância da concentração de potássio (%) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	0,56**	0,290*	0,139*
	Resíduo	6	0,03	0,030	0,013
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	9,50	9,19	6,19
A ₂	Tratamento	2	0,96**	1,070**	1,835**
	Resíduo	6	0,02	0,015	0,033
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	13,08	11,01	14,44
A ₃	Tratamento	1	0,15*	0,001 n.s.	0,002 n.s.
	Resíduo	4	0,01	0,025	0,021
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	7,75	12,76	11,18

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 20. Médias dos teores de potássio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	1,57 b*	2,12 a	1,92 a
Omissão de N	1,52 b	1,51 b	2,01 a
Omissão de Ca	2,29 a	1,91 ab	1,60 b
D.M.S. (Tukey 5%)	0,43	0,43	0,286
Completo 2	1,37 a	1,49 a	1,84 a
Omissão de P	1,42 a	1,38 a	1,57 a
Omissão de K	0,42 b	0,41 b	0,37 b
D.M.S. (Tukey 5%)	0,35	0,30	0,457
Completo 3	1,13 b	1,23 a	1,32 a
Omissão de S	1,44 a	1,25 a	1,28 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,23	-	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

RIBEREAU - GAYON e PEYNAND (1971) citaram a grande mobilidade de potássio nas plantas. Segundo Arnon e Hoagland (1943), citados por MALAVOLTA (1976), os tecidos em crescimento mais acentuado têm maior capacidade para acúmulo de potássio, em contraste com as células menos ativadas fisiologicamente, vindo a confirmar os resultados obtidos na pesquisa desenvolvida. DELMAS (1971) encontrou a seguinte ordem de crescente na concentração de potássio nas videiras 'Merlot' cultivadas em solução nutritiva: folhas > raízes > ramos.

ADAMOV (1976) relatou os teores mais elevados de potássio nos ramos novos, em seguida nas folhas e depois nas raízes, concordando em parte com os dados obtidos no presente experimento. PEREIRA *et alii* (1976) e DECHEN (1979) verificaram concentrações mais elevadas nas folhas que nos ramos.

Na mesma Tabela 20, verifica-se que a omissão de potássio na solução nutritiva provocou uma diminuição altamente significativa da concentração de potássio nas folhas, caules e raízes das plantas quando comparadas com plantas do tratamento completo.2.

ALEXANDER e WOODHAM (1970) encontraram variações de 1,65 a 1,80% e 3,80 a 5,20% nos teores de potássio, respectivamente, nos limbos e pecíolos de videiras 'Sultana' do tratamento completo, e 0,40 a 0,60% nos limbos e 0,50 a 0,90% nos pecíolos de videiras do tratamento com omissão de potássio.

b) Folhas

Observa-se ainda, na Tabela 20 , o teor de 0,42% de K nas folhas das plantas, quando da omissão de potássio na solução nutritiva.

ASKEW (1944) relatou um caso de combinação de deficiências de potássio e boro em videiras do cultivar Albany Surprise, encontrando os teores de 0,32 a 0,38% de K nas folhas das videiras que apresentavam sintomas mais severos de deficiência, valores estes semelhantes ao observado no experimento realizado. BOYNTON (1945) relatou que videiras dos cultivares Portland e Delaware mostraram sintomas severos de deficiência de potássio, quando as folhas continham teor de 0,25% de K e sintomas leves, quando as folhas apresentavam teor de 0,61% , valores estes próximos dos obtidos neste ensaio. Na França, MAUMÉ e DULAC (1948) descreveram que os teores mais baixos que 0,85% de potássio nas folhas basais, colhidas na época do florescimento e mais baixos que 0,25% por ocasião da colheita dos frutos, correspondia a uma grave deficiência denominada "brunissure" (folha preta). Coletando limbos das folhas do terço basal dos ramos, Cook e Kishaba (1956), citados por DELMAS (1971) notaram que a carência de potássio manifestou-se para teores mais baixos que 0,5% de K, no florescimento. BEYERS (1962) estabeleceu o nível crítico de 0,8% de K nas folhas, nível este superior ao obtido nas observações efetuadas. Kozima e Polyak (1964), citados por DELMAS (1971) culti

vando videiras em solução nutritiva, estabeleceram o nível crítico de 1,0% de potássio nas folhas. Levy (1965), citado por DELMAS (1971) estabeleceu o nível crítico de 0,75% de K no limbo de folhas, coletadas em quatro épocas distintas. DELMAS (1971 e 1976) estipulou os níveis críticos de 1,20% e 0,9 a 1,0% de K, respectivamente, para videiras em produção e videiras novas até 4 - 5 anos de idade. FREGONI e SCIENZA (1977) encontraram em folhas nitidamente necrosadas, devido a deficiência de potássio e colhidas na época da maturação dos frutos, o teor de 0,14% de K. DANAILOV (1981) utilizando a técnica de análise foliar, constatou sintomas de deficiência de potássio em videiras de vários vinhedos, nas quais os teores de K nas folhas eram mais baixos que 0,8%. RYSER (1982) estabeleceu como muito baixo o teor de 1,11% de K nas folhas opostas ao primeiro cacho, colhidas no início da maturação dos frutos, valor este superior ao obtido nas observações efetuadas.

Na Tabela 20, também verifica-se que o teor de potássio nas folhas de videiras do tratamento completo 2 foi 1,37%.

CAVAZZA (1934) constatou variação de 1,26 a 1,59% no teor de K nas folhas coletadas do florescimento até maturação dos frutos. BRUNSTETTER *et alii* (1939) encontraram o teor de 1,54% de K nas segundas folhas da base dos ramos novos de videiras 'Niagara'. ASKEW (1944) constatou nas folhas sadias a variação de 0,54 a 0,71% no teor de K, variação esta inferior à obtida no experimento desenvolvido. MAUMÉ e

DULAC (1948) estabeleceram como adequados os teores de 2,5% e 1,65% de K nas folhas colhidas no início do florescimento e na maturação dos frutos, respectivamente. DEPARDON e BURON (1954) encontraram variação média de 0,56 a 1,17% nos teores de K nas folhas. VETTORI (1954) acusou os teores de K variando de 0,92 a 1,42% nas duas primeiras folhas da base dos brotos em frutificação, coletadas em quatro épocas diferentes. SHAULIS e KIMBALL (1956) estabeleceram os níveis adequados de 0,50 a 2,30% de K nas folhas. LELAKIS (1958) estipulou os níveis ótimos de $1,31\% \pm 0,27$ de potássio nas quartas e quintas folhas dos ramos de frutificação. GALLO e OLIVEIRA (1960) encontraram variação de 1,19 a 2,00% no teor de K, enquanto que GALLO e RIBAS (1962) relataram teor de 1,95% para videiras 'Niagara Rosada' plantadas diretamente sem enxertia. HIROCE *et alii* (1970) encontraram a variação média de 1,34 a 1,39% no teor de K nas folhas, coletadas por ocasião do florescimento. Honda *et alii* (1971) observaram o teor médio de 1,52 a 1,53% de K nas folhas de videiras 'Muscat Bailey A'. CUMMINGS *et alii* (1973) encontraram variação de 0,60 a 1,40% nos teores de K nas folhas de videiras *Vitis rotundifolia*. SAINI e SINGH (1975) estabeleceram os teores ótimos variando de 1,33 a 1,50% de K nas folhas. Por sua vez, PEREIRA *et alii* (1976) acusaram a concentração de 1,18 a 1,33% de K nas folhas. Já DECHEN (1979) encontrou variações de 3,07 a 2,14% no teor de K nas folhas terminais e de 2,34% nas folhas basais. DANAILOV (1981) constatou nas folhas de plantas normais o teor

de 0,8 a 1,0% de K. Os teores de potássio citados pelos diversos autores aproximam-se dos teores verificados nas observações efetuadas.

c) Caules

A Tabela 20 , mostra também, o teor de 0,41% de K nos caules de plantas do tratamento com omissão de potássio.

BERGMAN *et alii* (1960) encontraram o teor de 0,27% de K nos ramos de videiras com sintomas visíveis de deficiência de potássio, teor este inferior ao observado na pesquisa desenvolvida. Por sua vez, DELMAS (1971) constatou o teor de 0,34% nos ramos de videiras 'Merlot' conduzidas em solução com carência de potássio, teor próximo ao determinado no presente trabalho.

A concentração de potássio observada nos caules de plantas do tratamento completo 2 foi de 1,49% .

BERGMAN *et alii* (1958) constataram o teor médio de 2,37% de K nos ramos de videiras 'Concord', cultivadas em solução completa, sendo este valor mais elevado que o observado no experimento realizado. DELMAS (1971) encontrou o teor de 0,55% de K nos ramos de videiras 'Merlot' desenvolvidas em solução completa, teor este inferior ao constatado na pesquisa efetuada. PEREIRA *et alii* (1976) relataram teores de 1,33 a 1,68% de K nos ramos de cinco porta-enxertos, valores estes

semelhantes ao verificado no experimento desenvolvido. Já DECHEN (1979) descreveu a variação de 3,07 a 2,14% no teor de K nos sarmentos terminais e de 1,06% nos sarmentos basais. No entanto, KOBAYASHI *et alii* (1955) relataram a variação ótima de 1,50 a 1,72% no teor de K nos brotos, para videiras sem produção e de 2,10% para aquelas em produção.

d) Raízes

O teor de potássio verificado nas raízes de plantas cultivadas em solução com omissão de potássio foi de 0,37% e nas de plantas em solução completa 2 foi de 1,84% (Tabela 20).

DELMAS (1971) encontrou variação de 0,24 a 0,36% no teor de K nas raízes de videiras cultivadas em solução nutritiva com carência de potássio, enquanto que nas de plantas em solução completa, verificou o teor de 0,65%. O valor de potássio observado pelo autor nas raízes de plantas em solução carente de potássio aproxima-se do constatado neste trabalho, ao passo que o valor nas raízes verificado pelo autor no tratamento completo é inferior ao acusado na pesquisa realizada, provavelmente devido à idade da planta e do cultivar utilizado.

e) Interações entre K e os elementos N, P, Ca e S

A Tabela 20, mostra ainda que omitindo nitrogênio

nio da solução houve diferença significativa apenas na concentração de K nos caules das videiras, sendo este teor mais baixo que nos caules de plantas do tratamento completo 1, ocorrendo no caso sinergismo entre nitrogênio e potássio.

Wallace (1949), citado por HERNANDO e MENDIOLA (1965) relatou existir também sinergismo entre nitrogênio e potássio. ALEXANDER e WOODHAM (1970) verificaram que o teor de potássio diminuiu à medida em que houve omissão de nitrogênio na solução nutritiva. DELMAS (1971) constatou existir sinergismo entre potássio e nitrogênio nos ramos de videiras, cultivadas em solução com carência de nitrogênio.

Com a omissão de cálcio da solução, nota-se uma diferença altamente significativa na concentração de potássio nas folhas e raízes das videiras, sendo o teor nas folhas mais elevado e nas raízes mais baixo que aquelas do tratamento completo 1. Nas folhas houve a ocorrência de antagonismo entre cálcio e potássio e nas raízes, sinergismo.

DELMAS (1971) observou antagonismo entre potássio e cálcio nas raízes grossas e nos ramos, diferindo dos resultados constatados neste experimento efetuado.

A Tabela 20, mostra ainda que a omissão de fósforo não afetou a concentração de potássio nos órgãos da videira.

DELMAS (1971) verificou existir antagonismo en-

tre fósforo e potássio nas raízes, ramos e folhas, discordando dos dados observados na pesquisa desenvolvida, provavelmente devido à idade da planta, concentração da solução nutritiva e cultivar utilizado.

Finalmente, nessa tabela, verifica-se que houve apenas diferença significativa na concentração de potássio nas folhas das plantas desenvolvidas em solução com omissão de enxofre em relação às plantas do tratamento completo 3, ocorrendo assim antagonismo entre enxofre e potássio.

ALEXANDER e WOODHAM (1970) constataram existir sinergismo entre potássio e enxofre nos limbos basais de videiras 'Sultana' conduzidas em solução nutritiva.

4.3.1.3.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de potássio, expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação $K(\%)$ dos tratamentos com omissão de nutrientes / $K(\%)$ dos tratamentos completos correspondentes.

Nas Tabelas 21 e 22, estão colocados, respectivamente, o resumo da análise de variância e os teores de potássio nas partes da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tabela 21. Resumo da análise da variância da concentração de potássio (%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,578**	0,270**	0,34**
Resíduo	10	0,015	0,014	0,02
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	11,76	15,58	17,72

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 22. Médias dos teores de potássio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	0,98 b*	0,72 a	1,05 a
Omissão de P	1,06 b	0,92 a	0,88 a
Omissão de K	0,31 c	0,27 b	0,21 b
Omissão de Ca	1,46 a	0,91 a	0,84 a
Omissão de S	1,29 ab	1,03 a	0,98 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,32	0,32	0,38

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 22 , observa-se que o teor de potássio nos órgãos estudados das plantas cultivadas em solução com omissão de potássio foi mais baixo e diferiu significativamente das plantas dos demais tratamentos com omissão de nutrientes.

4.3.1.4. Cálcio

4.3.1.4.1. Concentração de Ca(%) da matéria seca

O resumo da análise de variância e as concentrações de cálcio nas partes da videira, por tratamento, encontram-se nas Tabelas 23 e 24 .

a) Planta inteira

A Tabela 24 , mostra que o teor de cálcio nos órgãos da planta dos tratamentos com omissão de cálcio, completos 1, 2 e 3 , obedeceu à seguinte ordem decrescente: raízes > > folhas > caules.

As concentrações mais elevadas de cálcio nas raízes do tratamento - Ca , bem como o fato dos sintomas de deficiência terem sido constatados, inicialmente, nas folhas novas, provavelmente são indícios da pouca mobilidade deste nutriente nas plantas.

Tabela 23. Resumo da análise da variância da concentração de cálcio (%) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	1,040**	0,233**	0,732**
	Resíduo	6	0,003	0,001	0,003
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	4,76	5,41	4,55
A ₂	Tratamento	2	0,380**	0,017*	0,053**
	Resíduo	6	0,005	0,002	0,003
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	6,31	8,14	3,73
A ₃	Tratamento	1	0,060 n.s.	0,039 n.s.	0,198*
	Resíduo	4	0,008	0,006	0,012
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	7,45	13,28	8,32

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 24. Médias dos teores de cálcio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	1,25 b *	0,66 b	1,53 a
Omissão de N	1,51 a	0,83 a	1,46 a
Omissão de Ca	0,39 c	0,28 c	0,64 b
D.M.S. (Tukey 5%)	0,13	0,080	0,138
Completo 2	1,12 b	0,51 b	1,60 a
Omissão de P	0,75 c	0,51 b	1,34 b
Omissão de K	1,46 a	0,64 a	1,49 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,18	0,113	0,138
Completo 3	1,03 a	0,66 a	1,50 a
Omissão de S	0,84 a	0,50 a	1,14 b
D.M.S. (Tukey 5%)	-	-	0,250

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

RIBEREAU - GAYON e PEYNAUD (1971) e EPSTEIN (1975) fazem citações sobre a pouca mobilidade de cálcio nas plantas.

PEREIRA *et alii* (1976) e DECHEN (1979) encontraram teores mais elevados de cálcio nas folhas que nos ramos, concordando com os resultados obtidos no presente ensaio.

A omissão de cálcio na solução provocou uma diminuição significativa no teor de cálcio nas diferentes partes da videira, quando comparadas com plantas do tratamento completo 1 (Tabela 24).

ALEXANDER e WOODHAM (1970) relataram que houve uma diminuição no teor de cálcio nos limbos e pecíolos basais e recém maduros, quando da omissão de cálcio na solução nutritiva.

b) Folhas

Na mesma Tabela 24, nota-se que o teor de cálcio nas folhas foi 0,39% no tratamento com omissão de cálcio.

BEYERS (1962) estabeleceu o nível crítico de 1,6% de Ca nas folhas, enquanto que RYSER (1982) estipulou o nível crítico de 1,62% de Ca nas folhas opostas ao primeiro cacho, coletadas no início da maturação dos frutos. O valor encontrado nas observações efetuadas está abaixo do nível crítico descrito pelos autores. BRUZAU *et alii* (1968) cultivando três porta-enxertos de videira em solução nutritiva com au-

sência de cálcio, relataram teores de 0,16 a 0,24 de Ca nos limbos e 0,28% a 0,44% de Ca nos pecíolos.

Verifica-se na Tabela 24 que o teor de cálcio nas folhas foi 1,25% no tratamento completo 1.

CAVAZZA (1934) encontrou variação de 2,45 a 5,32% no teor de Ca nas folhas, colhidas do florescimento até a maturação dos frutos. BRUNSTETTER *et alii* (1939) constataram um teor de 0,87% de Ca nas segundas folhas da base dos ramos novos de videiras 'Niagara'. GALLO e OLIVEIRA (1960) encontraram variação de 0,91 a 1,22% nos teores de Ca nas primeiras folhas completamente desenvolvidas, coletadas do início do florescimento até a maturação dos frutos. GALLO e RIBAS (1962) encontraram o teor de 1,08% de Ca nas folhas em videiras 'Niagara Rosada' plantadas diretamente, sem enxertia. Os dois últimos autores citaram valores semelhantes ao observado na pesquisa desenvolvida. DELMAS (1964) constatou variação de 1,03 a 2,20% no teor de Ca nas folhas, coletadas no início da maturação dos frutos de plantas cultivadas em solução completa. HERNANDO e MENDIOLA (1965) descreveram variação de 1,48 a 4,80% nas folhas, colhidas em três épocas distintas. HIROCE *et alii* (1970) constataram variação média de 1,44 a 1,52% no teor de Ca nas folhas, coletadas por ocasião do florescimento. DELMAS (1971) citou como adequada a variação de 3,29 a 3,48% no teor de Ca nas folhas de videiras desenvolvidas em solução completa. HONDA *et alii* (1971) encontraram o

teor médio de 1,07 a 1,77% nas folhas. Crescimanno *et alii* (1973), citados por LALATTA (1978) relataram o teor médio de 3,36% . CUMMINGS *et alii* (1973) observaram variação de 0,75 a 1,10% , enquanto que SAINI e SINGH (1975) propuseram como nível ideal os teores de 2,31% a 2,52% de Ca nas folhas. PEREIRA *et alii* (1976) citaram teores de 1,39 a 1,90% de Ca nas folhas de cinco porta-enxertos de videira. Por sua vez, DECHEN (1979) relatou variações de 0,67 a 1,78% no teor de Ca nas folhas terminais e de 1,95% nas folhas basais. HIROCE e TERRA (1983) constataram teores de 1,65% e 1,24% de Ca nos limbos e pecíolos, respectivamente.

c) Caules

Nota-se na Tabela 24 , que o teor de cálcio nos caules foi 0,28% de plantas do tratamento com omissão de cálcio e 0,66% daquelas do tratamento completo 1 .

BERGMAN *et alii* (1958) relataram teor médio de 0,62% de Ca nos ramos, valor este semelhante ao encontrado na presente pesquisa realizada. PEREIRA *et alii* (1976) descreveram teores variando de 0,60 a 0,94% . Já DECHEN (1979) encontrou variação de 0,46 a 0,75% no teor de Ca nos sarmentos basais e de 0,51% nos sarmentos terminais.

d) Raízes

Ainda na Tabela 24 , tem-se o teor de 0,64% de

Ca nas raízes de plantas do tratamento com omissão de cálcio, ao passo que nas de plantas da solução completa 1 o teor foi 1,53% .

e) Interações entre Ca e os elementos N, P, K e S

Na mesma Tabela 24 , nota-se que omitindo nitrogênio da solução houve uma diferença significativa na concentração de cálcio nas folhas e nos caules das videiras, sendo esses teores mais elevados que nos mesmos órgãos de videiras cultivadas em solução completa 1. Nesse caso ocorreu antagonismo entre nitrogênio e cálcio.

Esses resultados concordam com os verificados por DELMAS (1971), que citou antagonismo entre nitrogênio e cálcio nos ramos. ALEXANDER e WOODHAM (1970) observaram que o teor de cálcio aumentou significativamente à medida em que houve diminuição de nitrogênio na solução. DELAS e POUGET (1979) constataram os teores de 0,72% e 0,77% de Ca nos ramos de videiras 'Merlot' não enxertadas e enxertadas, respectivamente, para o tratamento sem nitrogênio, teores estes próximos ao verificado nas observações efetuadas.

Na mesma Tabela 24 , nota-se que omitindo fósforo na solução ocorreu uma diferença significativa na concentração de cálcio nas folhas e nas raízes das videiras, sendo esses teores mais baixos que aqueles verificados na solução completa 2. Nesse caso houve ocorrência de sinergismo entre fós

foro e cálcio.

Também DELMAS (1971) relatou existir sinergismo entre fósforo e cálcio nas folhas e nas raízes finas. ALEXANDER e WOODHAM (1970) verificaram que o teor de cálcio diminuiu significativamente à medida em que houve uma diminuição de fósforo na solução, considerando as análises dos limbos e pecíolos basais.

Omitindo potássio da solução os teores de cálcio nas folhas e nos caules foram mais elevados, diferindo significativamente, em comparação com plantas do tratamento completo 2, ocorrendo então antagonismo entre potássio e cálcio (Tabela 24).

DELMAS (1971) relatou existir antagonismo entre potássio e cálcio nos caules, concordando com os dados observados no presente trabalho.

A Tabela 24, mostra ainda que com a omissão de enxofre da solução houve apenas diferença significativa no teor de cálcio nas raízes de videiras cultivadas em solução sem enxofre em comparação às plantas do tratamento completo 3. Sendo assim, ocorreu uma diminuição no teor de cálcio à medida em que houve omissão de enxofre na solução (sinergismo).

4.3.1.4.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de cálcio, expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação Ca(%)

dos tratamentos com omissão de nutrientes /Ca(%) dos tratamentos completos correspondentes.

O resumo da análise de variância e os teores de cálcio nos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo, estão colocados nas Tabelas 25 e 26.

Na Tabela 26, nota-se que o teor de cálcio nos caules das plantas cultivadas em solução com omissão de cálcio foi mais baixa e diferiu significativamente dos demais tratamentos com omissão de nutrientes. Quanto ao teor de cálcio nas folhas, o tratamento - Ca foi inferior e diferiu estatisticamente dos tratamentos -N , -K e -S , porém foi igual ao -P . No tocante ao teor de cálcio nas raízes, não houve diferença significativa entre os tratamentos com omissão de nutrientes.

4.3.1.5. Magnésio

4.3.1.5.1. Concentração de Mg(%) da matéria seca

Nas Tabelas 27 e 28 , acham-se expostos , respectivamente, o resumo da análise de variância e as concentrações de magnésio nos diferentes órgãos da planta, por tratamento.

Tabela 25. Resumo da análise da variância da concentração de cálcio (%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,448**	0,360**	0,140**
Resíduo	10	0,025	0,011	0,004
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	18,60	10,64	7,70

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 26. Médias dos teores de cálcio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	1,21 ab*	1,25 a	0,95 a
Omissão de P	0,67 cd	0,99 ab	0,83 a
Omissão de K	1,30 a	1,25 a	0,93 a
Omissão de Ca	0,31 d	0,43 c	0,42 a
Omissão de S	0,82 bc	0,77 b	0,76 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,43	0,27	0,16

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 27. Resumo da análise da variância da concentração de magnésio (%) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	0,0410**	0,0475**	0,0680**
	Resíduo	6	0,0008	0,0003	0,0002
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	8,48	8,13	4,17
A ₂	Tratamento	2	0,0570**	0,0165**	0,0310**
	Resíduo	6	0,0003	0,0005	0,0008
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	4,36	11,76	7,69
A ₃	Tratamento	1	0,0100*	0,0010 n.s.	0,0007 n.s.
	Resíduo	4	0,0008	0,0003	0,0006
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	7,57	8,85	6,11

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade de quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1 , 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 28. Médias dos teores de magnésio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	0,32 b*	0,17 b	0,33 b
Omissão de N	0,22 c	0,11 c	0,19 c
Omissão de Ca	0,45 a	0,35 a	0,49 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,07	0,043	0,035
Completo 2	0,34 b	0,15 b	0,40 a
Omissão de P	0,28 c	0,14 b	0,25 b
Omissão de K	0,55 a	0,27 a	0,44 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,04	0,055	0,070
Completo 3	0,33 b	0,18 a	0,40 a
Omissão de S	0,41 a	0,20 a	0,39 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,06	-	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

a) Planta inteira

Na Tabela 28 , observa-se que os teores de magnésio nos tratamentos completos 1 , 2 e 3 , obedeceu à seguinte ordem decrescente: raízes > folhas > caules.

Segundo RIBEREAU - GAYON e PEYNAUD (1971) o magnésio é de pouca mobilidade na planta, sendo de se esperar suas mais altas concentrações nas partes inferiores da planta. No presente experimento, as plantas em soluções completas apresentaram concentração mais elevada de magnésio nas raízes, indicando provavelmente sua fraca mobilidade. Os resultados obtidos nos tratamentos completos são concordantes com os relatados por DELMAS (1971). PEREIRA *et alii* (1976) e DECHEN (1979) encontraram teores mais elevados de magnésio nas folhas que nos ramos.

b) Folhas

Nota-se ainda, na Tabela 28 , que os teores de magnésio nas folhas foram, respectivamente, 0,32% , 0,34% e 0,33% , de videiras dos tratamentos completos 1 , 2 e 3.

BRÜNSTETTER *et alii* (1939) constataram o teor de 0,30% de Mg nas segundas folhas da base dos ramos novos de videiras. Lott (1948), citado por DELMAS (1971) estabeleceu como nível crítico o teor de 0,15% de Mg nas folhas de videiras da espécie *Vitis rotundifolia*. Sugiyama *et alii* (1952),

citados por DELMAS (1971), no Japão, relataram como nível crítico o valor de 0,25% nas folhas. Peyer (1955) e Gerber e Bussman (1955), citados por DELMAS (1971) descreveram como nível crítico o teor de 0,25% de Mg nas folhas de videiras da espécie *Vitis vinifera*. SHAULIS e KIMBALL (1956) observaram variação de 0,40 a 0,80% no teor de Mg nas folhas, teor este superior ao encontrado na pesquisa desenvolvida. GALLO e OLIVEIRA (1960) relataram teores de 0,165 a 0,230% de Mg nas folhas. BEYERS (1962) estabeleceu os teores de 0,20 a 0,60% de Mg nas folhas, como limites mínimo e máximo. GALLO e RIBAS (1962) constataram concentração de 0,12% de Mg nas folhas de videiras plantadas diretamente, sem enxertia, valor este inferior ao encontrado no experimento realizado. DELMAS (1964) observou variação de 0,18 a 0,97% no teor de Mg nas folhas, coletadas na época do início da maturação dos frutos, de videiras desenvolvidas em solução nutritiva completa. HERNANDO e MENDIOLA (1965) verificaram variação de 0,33 a 1,06% no teor de Mg nas folhas, coletadas em três épocas distintas. HIROCE *et alii* (1970) encontraram teores médios de 0,26 a 0,28% de Mg nas folhas, colhidas por ocasião do florescimento, valores estes próximos do observado no presente trabalho. DELMAS (1971) estabeleceu as concentrações de 0,42% de Mg nas folhas, colhidas no início da maturação dos frutos e de 0,40% nas colhidas no florescimento, como adequadas, e de 0,20% , como nível crítico. HONDA *et alii* (1971) descreveram o teor médio de 0,19 a 0,33% de Mg nas folhas. Crescimanno *et alii* (1973),

citados por LALATTA (1978) encontraram o teor médio de 0,49% de Mg nas folhas de videiras 'Nerello Mascalese'. CUMMINGS *et alii* (1973) citaram variação de 0,24 a 0,29% nos teores de Mg nas folhas de videiras da espécie *Vitis rotundifolia*, amplitude esta próxima à encontrada nas observações efetuadas. PEREIRA *et alii* (1976) mostraram concentrações variando de 0,18 a 0,23% nas folhas de cinco porta-enxertos de videira. FREGONI e SCIENZA (1977) encontraram o teor de 0,39% de Mg nas folhas sadias, colhidas durante a maturação dos frutos. DECHEN (1979) descreveu variações de 0,32 a 0,24% nos teores de Mg nas folhas terminais e basais. POUGET e DELAS (1982) indicaram variação média de 0,32% no teor de Mg nos limbos de cinco porta-enxertos combinados vinte e cinco vezes. RYSER (1982) estabeleceu variação de 0,14 a 0,34% nos teores de Mg nas folhas opostas ao primeiro cacho, coletadas no início da maturação dos frutos, enquanto que HIROCE e TERRA (1983) relataram teores de Mg em torno de 0,32%. A variação na concentração de magnésio nas folhas de videiras, nos trabalhos citados, é provavelmente devida a fatores como clima, solo, ambiente, variedade e outras causas não determinadas.

c) Caules

Observa-se, na Tabela 28, que as concentrações de magnésio nos caules foram 0,17%, 0,15% e 0,18%, respectivamente, nos tratamentos completos 1, 2 e 3.

BERGMAN *et alii* (1958) relataram teores médios de 0,27% de Mg nos ramos, teores estes superiores ao obtido na pesquisa realizada. DELMAS (1971) encontrou para o cultivar Merlot, desenvolvido em solução nutritiva com 50 mg /l de magnésio, permanecendo adequados os demais nutrientes, o teor de 0,17% de Mg nos ramos, valor este semelhante ao encontrado neste experimento, cujas soluções completas continham 48 mg /l de magnésio. PEREIRA *et alii* (1976) descreveram teores de 0,09 a 0,14% nos ramos e DECHEN (1979) encontrou o ponto mínimo de 0,11% de Mg nos ramos terminais.

d) Raízes

As concentrações de magnésio nas raízes de plantas dos tratamentos 1, 2 e 3 foram, respectivamente: 0,33%, 0,40% e 0,40% (Tabela 28).

e) Interações entre Mg e os elementos N, P, K, Ca e S

Na mesma Tabela 28, verifica-se que omitindo nitrogênio da solução houve uma diminuição altamente significativa nos teores de magnésio nas folhas, caules e raízes, em comparação ao tratamento completo 1, ocorrendo no caso sinergismo entre nitrogênio e magnésio.

DELMAS (1971) relatou existir sinergismo entre nitrogênio e magnésio nas raízes e nas folhas de videiras 'Merlot' cultivadas em solução nutritiva com carência de nitrogê-

nio, em relação à solução completa. TAKESHITA *et alii* (1975) estudando a diagnose foliar de videiras 'Delaware', cultivadas em solo arenoso, no Japão, constataram existir sinergismo entre nitrogênio e magnésio nas folhas dessas videiras. DELAS e POUGET (1979) encontraram os teores de 0,10% e 0,08% de Mg, respectivamente, nos ramos podados de videiras não enxertadas e enxertadas, para o tratamento sem nitrogênio, teores estes semelhantes ao encontrado na pesquisa desenvolvida.

A Tabela 28, mostra que omitindo cálcio da solução ocorreu um aumento significativo no teor de magnésio nas folhas, caules e raízes em comparação à solução completa correspondente. Nesse caso houve antagonismo entre cálcio e magnésio.

Magnistik (1950) e Levy (1965), citados por DELMAS (1971) relataram existir antagonismo nas folhas entre cálcio e magnésio. Este, por sua vez, relatou antagonismo entre cálcio e magnésio nos ramos. GODOY *et alii* (1971), no Chile, desenvolvendo um experimento de videiras com um ano de idade, em solução nutritiva, tendo como substrato areia, em casa de vegetação, havendo a variação da concentração de cálcio e boro da solução, concluíram que diminuindo a concentração de cálcio na solução, diminuiu a concentração foliar de cálcio, aumentando o teor de Mg. Os resultados obtidos pelos autores citados são concordantes com os verificados no experimento realizado.

Com a omissão de fósforo na solução, houve diferença significativa no teor de magnésio nas folhas e nas raízes das plantas, apresentando valores mais baixos em comparação ao tratamento completo 2, havendo assim sinergismo entre fósforo e magnésio (Tabela 28).

DELMAS (1971) também relatou existir sinergismo entre fósforo e magnésio nas folhas.

Na mesma Tabela 28, nota-se que omitindo potássio da solução houve um aumento significativo no teor de magnésio nas folhas e nos caules das plantas em relação ao tratamento completo 2, mostrando um claro antagonismo entre esses nutrientes.

DELMAS (1971), Levy (1971), citado por RYSER (1982), Fregoni (1973), citado por LALATTA (1978) e FREGONI e SCIENZA (1976) relataram existir nas folhas de videiras antagonismo entre potássio e magnésio. DELMAS (1971) constatou também essa mesma interação quando analisou os ramos de videiras 'Merlot'. As interações verificadas pelos autores concordam com aquelas observadas na pesquisa desenvolvida.

ALEXANDER e WOODHAM (1970) verificaram que o teor de magnésio aumentou significativamente à medida em que houve omissão de potássio na solução.

Ainda na Tabela 28, nota-se diferença significativa entre os tratamentos completo 3 e -S apenas nas folhas das plantas. O teor de magnésio aumentou quando houve

omissão de enxofre na solução (antagonismo).

ALEXANDER e WOODHAM (1970) descreveram o aumento no teor de magnésio nos limbos basais e recém maduros quando houve omissão de enxofre na solução.

4.3.1.5.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de magnésio, expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação $Mg(\%)$ dos tratamentos com omissão de nutrientes / $Mg(\%)$ dos tratamentos completos correspondentes.

O resumo da análise de variância e as concentrações de magnésio nas diferentes partes da videira, por tratamento, encontram-se expostos nas Tabelas 29 e 30.

Analisando-se os dados da Tabela 30, referentes aos teores de magnésio nas folhas, verificou-se que os tratamentos -K e -Ca, não diferiram entre si, e apresentaram teores mais elevados de magnésio e diferenciaram-se dos demais tratamentos com omissão de nutrientes, com exceção do -S que foi igual ao -Ca. Os tratamentos -N e -P, iguais entre si, continham teores mais baixos de magnésio, diferindo dos demais tratamentos.

Tabela 29. Resumo da análise da variância da concentração de magnésio (%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,443**	1,148**	0,428**
Resíduo	10	0,009	0,037	0,007
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	7,83	14,40	8,33

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 30. Médias dos teores de magnésio (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	0,69 c*	0,63 b	0,58 c
Omissão de P	0,83 c	0,95 b	0,63 c
Omissão de K	1,60 a	1,87 a	1,11 b
Omissão de Ca	1,40 ab	2,07 a	1,50 a
Omissão de S	1,25 b	1,10 b	0,97 b
D.M.S. (Tukey 5%)	0,24	0,51	0,22

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Nos caules nota-se que os tratamentos -K e -Ca, iguais entre si, apresentaram teores mais elevados de Mg e diferiram estatisticamente dos tratamentos -N, -P e -S, sendo estes últimos iguais entre si.

Quanto às raízes, observa-se que o tratamento -Ca apresentou o teor mais elevado de Mg, diferenciando significativamente dos demais tratamentos. Os -K e -S não diferiram entre si, porém continham teores mais elevados de Mg que os tratamentos -N e -P. Estes últimos, por sua vez, foram iguais entre si.

4.3.1.6. Enxofre

4.3.1.6.1. Concentração de S(%) da matéria seca

O resumo da análise de variância e os teores de enxofre nos diversos órgãos da planta, por tratamento, encontram-se nas Tabelas 31 e 32.

Tabela 31. Resumo da análise da variância da concentração de enxofre (%) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	0,0265**	0,0225**	0,023*
	Resíduo	6	0,0002	0,0002	0,003
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	5,93	9,46	19,57
A ₂	Tratamento	2	0,0010 n.s.	0,000220**	0,0045**
	Resíduo	6	0,0002	0,000012	0,0003
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	13,33	31,82	9,34
A ₃	Tratamento	1	0,0790**	-	0,0410**
	Resíduo	4	0,0003	-	0,0003
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	10,97	-	10,30

n.s. : não significativo.

* e ** significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 32. Médias dos teores de enxofre (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	0,228 b*	0,078 c	0,209 b
Omissão de N	0,264 a	0,246 a	0,378 a
Omissão de Ca	0,216 b	0,119 b	0,257 ab
D.M.S. (Tukey 5%)	0,035	0,035	0,138
Completo 2	0,122 a	0,006 b	0,180 ab
Omissão de P	0,082 a	0,021 a	0,222 a
Omissão de K	0,112 a	0,006 b	0,144 b
D.M.S. (Tukey 5%)	-	0,0088	0,043
Completo 3	0,270 a	0,041 a	0,247 a
Omissão de S	0,041 b	traços b	0,082 b
D.M.S. (Tukey 5%)	0,039	-	0,039

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

a) Planta inteira

Quanto ao teor de enxofre nas diferentes partes da videira, na Tabela 32, observa-se a seguinte ordem decrescente nos tratamentos com omissão de enxofre e completo 2: raízes > folhas > caules. Nos tratamentos completo 1 e completo 3 a ordem decrescente foi: folhas > raízes > caules.

MALAVOLTA (1976) cita que o enxofre é pouco redistribuído no floema e no xilema, explicando assim seu maior acúmulo nas porções inferiores da planta (-S e completo 2).

DECHEN (1979) relatou teores mais elevados de enxofre nas folhas que nos ramos.

Verifica-se, na Tabela 32, que a omissão de enxofre na solução provocou uma diminuição altamente significativa no teor desse elemento nas folhas, caules e raízes, em relação ao tratamento completo 3.

Ainda na referida Tabela 32, observa-se que as concentrações de enxofre nas folhas, caules e raízes, no tratamento com omissão de enxofre foram, respectivamente: 0,041%, traços e 0,082%. Por sua vez, os teores desse nutriente nos mesmos órgãos, no tratamento completo 3 foram, respectivamente: 0,270%, 0,041% e 0,247%.

HERNANDO e MENDIOLA (1965) relataram teores variando de 1,47 a 1,73% de S nas folhas de videiras coletadas no florescimento, início de maturação e maturação dos

frutos, amplitude esta superior à encontrada no tratamento completo 3 do presente experimento. DECHEN (1979) citou teores de 0,41% a 0,26% de S nas folhas terminais, de 0,40% a 0,24% nas folhas basais, de 0,11% nos sarmentos terminais e de 0,19% a 0,10% nos sarmentos basais. HIROCE e TERRA (1983) relataram teores de S no pecíolo e no limbo da 'Niagara Rosada' de 0,16 e 0,29%, respectivamente.

b) Interações entre S e os elementos N, P, K e Ca

Observa-se que a omissão de nitrogênio provocou aumento significativo na concentração de enxofre nas folhas, caules e raízes da videira, ocorrendo então antagonismo entre nitrogênio e enxofre (Tabela 32).

Nota-se ainda na referida Tabela 32, que omissão do cálcio da solução houve um aumento significativo no teor de enxofre apenas nos caules das plantas, ocorrendo assim antagonismo entre cálcio e enxofre.

Com a omissão de fósforo, somente nos caules foi que ocorreu um aumento significativo no teor de enxofre, havendo antagonismo entre fósforo e enxofre.

O teor de enxofre não foi afetado estatisticamente quando houve omissão de potássio na solução.

4.3.1.6.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de enxofre, expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação $S(\%)$ dos tratamentos com omissão de nutrientes / $S(\%)$ dos tratamentos completos correspondentes.

O resumo da análise de variância e os teores de enxofre nos diferentes órgãos da videira, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo, acham-se nas Tabelas 33 e 34.

Pela Tabela 34, nota-se que os teores de enxofre nas folhas e caules das plantas cultivadas em solução com omissão de enxofre foram mais baixos e diferiram significativamente dos demais tratamentos com omissão de nutrientes. Quanto ao teor desse nutriente nas raízes, o tratamento -S foi igual ao -K, apresentando porém valores mais baixos e diferindo significativamente dos demais tratamentos.

Tabela 33. Resumo da análise da variância da concentração de enxofre (%) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,448**	6,473**	0,95**
Resíduo	10	0,005	0,068	0,07
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	9,09	14,21	23,85

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 34. Médias dos teores de enxofre (%) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	1,16 a*	3,13 a	1,84 a
Omissão de P	0,67 c	3,50 a	1,25 ab
Omissão de K	0,92 b	1,00 b	0,81 bc
Omissão de Ca	0,95 ab	1,53 b	1,23 ab
Omissão de S	0,15 d	traços c	0,33 c
D.M.S. (Tukey 5%)	0,19	0,70	0,70

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.2. Concentração de micronutrientes

Os valores da concentração de micronutrientes es
tão expressos neste experimento em ppm de matéria seca.

4.3.2.1. Boro

4.3.2.1.1. Concentração de B(ppm) da matéria seca

Nas Tabelas 35 e 36 encontram-se expostos o re-
sumo da análise de variância e os teores de boro nas diversas
partes da planta, por tratamento.

a) Planta inteira

Na Tabela 36 , observa-se que nos tratamentos
completos 1 , 2 e 3 os teores de boro nos diferentes órgãos
da videira obedeceram à seguinte ordem decrescente: raízes >
> folhas > caules.

Gärtel (1955) , citado por VERONA (1958), na
Alemanha, relatou que havia teor mais elevado de boro nas fo-
lhas que nos ramos velhos e raízes, concordando em parte com
os dados obtidos na pesquisa realizada. DECHEN (1979) descre
veu teores mais elevados de boro nas folhas que nos ramos.

b) Folhas

Verifica-se, também, na Tabela 36, que os teores de
boro nas folhas das plantas dos tratamentos completos 1, 2 e
3 , foram , respectivamente: 37,2 ppm , 24,8 ppm e 41,7 ppm.

Tabela 35. Resumo da análise da variância da concentração de boro (ppm) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	670,44**	13,75 n.s.	217,61 n.s.
	Resíduo	6	30,75	10,83	60,97
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	10,32	10,96	16,61
A ₂	Tratamento	2	417,87**	167,03**	116,82 n.s.
	Resíduo	6	20,97	4,31	34,80
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	12,65	10,37	18,16
A ₃	Tratamento	1	4,16 n.s.	8,17 n.s.	192,66 n.s.
	Resíduo	4	18,67	25,83	57,17
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	10,58	19,17	14,92

n.s. : não significativo.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁, A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 36. Médias dos teores de boro (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	37,2 b*	28,1 a	56,7 a
Omissão de N	66,2 a	29,7 a	43,8 a
Omissão de Ca	58,0 a	32,3 a	40,6 a
D.M.S. (Tukey 5%)	13,92	-	-
Completo 2	24,8 b	21,0 b	35,3 a
Omissão de P	35,4 b	27,0 a	36,8 a
Omissão de K	48,4 a	12,2 c	25,3 a
D.M.S. (Tukey 5%)	11,49	5,22	-
Completo 3	41,7 a	27,7 a	56,3 a
Omissão de S	40,0 a	25,3 a	45,0 a
D.M.S. (Tukey 5%)	-	-	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

SCOTT (1941) relatou teores variando de 18 a 54 ppm de boro nas folhas dos cultivares Catawba, Delaware, Le noir e Ontario. ASKEW (1944) estabeleceu o nível crítico de 15 a 20 ppm de B nas folhas. Gärtel (1955), citado por VERONA (1958) encontrou o teor ideal de B nas folhas de videiras 'Mosella' variando de 25 a 50 ppm. BEYERS (1962) estabeleceu o limite mínimo de 25 ppm e o máximo de 100 ppm nas folhas de videiras. GALLO e RIBAS (1962) constataram o teor de 31 ppm de B nas primeiras folhas maduras de videiras 'Niagara Rosada' plantadas diretamente, sem enxertia. CUMMINGS *et alii* (1973) acusaram variação de 10 a 25 ppm no teor de B nas folhas. SÁROSI e KIRÁLY (1973) relataram teores de 20 a 30 ppm de B como adequados nas folhas. FREGONI e SCIENZA (1976) mostraram variações médias de 27 a 41 ppm no teor de B nas folhas. FREGONI (1977) descreveu como níveis ótimos nas folhas de videiras teores de 20 a 25 ppm. VALENZUELA e SEPÚLVEDA (1977) constataram teor mais elevado que 300 ppm nas folhas que apresentavam sintomas de toxicidade de boro. DECHEN (1979) encontrou variações de 47 a 102 ppm nas folhas terminais e de 59 a 101 ppm nas folhas basais. BOSWELL *et alii* (1980) observaram valores médios de 20 a 22,3 ppm de B nos limbos das folhas maduras mais novas do cultivar Hunt. KUNUYUKI *et alii* (1982) relataram teores médios de 24 ppm nos limbos de videiras 'Niagara Rosada' normais, enquanto que as plantas com deficiência de boro continham 18 ppm desse nutriente.

c) Caules

Constata-se, na Tabela 36 , que as concentrações de boro foram, respectivamente, 28,1 ppm , 21,0 ppm e 27,7 ppm , nos caules de videiras dos tratamentos completos 1, 2 e 3.

Gärtel (1955), citado por VERONA (1958) descreveu teor ótimo de 12 a 16 ppm de B nos ramos velhos de videiras 'Mosella'. BERGMAN *et alii* (1958) relataram teor de 45 ppm nos ramos. Diley *et alii* (1958), citados por COOK (1966) observaram, nas videiras cultivadas em solução nutritiva, teores de 19 a 29 ppm de B nos caules de plantas que não apresentavam sintomas de deficiência. DECHEN (1979) relatou teores de 22 ppm nos sarmentos terminais e de 23 a 17 ppm nos sarmentos basais.

d) Raízes

Os teores de boro encontrados nas raízes de videiras dos tratamentos completos 1 , 2 e 3 foram, respectivamente: 56,7 ppm , 35,3 ppm e 56,3 ppm (Tabela 36).

Gärtel (1955), citado por VERONA (1958) descreveu como adequados teores de 12 a 16 ppm de B nas raízes.

e) Interações entre B e os elementos N, P, K, Ca e S

Ainda na mesma Tabela 36 , verifica-se que omi-

tindo nitrogênio da solução houve um aumento significativo no teor de boro nas folhas das plantas, ocorrendo então antagonismo entre nitrogênio e boro.

TAKESHITA *et alii* (1975) constataram sinergismo entre nitrogênio e boro, discordando dos dados verificados no presente trabalho, provavelmente devido a fatores ambientais, cultivar utilizado, idade da planta terem sido diferentes.

Na Tabela 36, observa-se que omitindo cálcio da solução ocorreu também um aumento significativo no teor de boro nas folhas das plantas, havendo nesse caso antagonismo entre cálcio e boro.

Na Hungria, Kozma e Polyak (1964), citados por DELMAS (1971), constataram antagonismo entre cálcio e boro nas folhas de videiras cultivadas em solução nutritiva. Godoy (1971), citado por LAVÍN *et alii* (1971) relatou a ocorrência de antagonismo entre cálcio e boro nas folhas de videiras. Ambos os autores concordam com a interação ocorrida nas observações efetuadas.

Nota-se ainda, na referida Tabela 36, que omitindo fósforo da solução verificou-se um aumento significativo no teor de boro nos caules das plantas, ocasionando antagonismo entre fósforo e boro.

A omissão de potássio da solução provocou um aumento significativo no teor de boro nas folhas e uma diminuição nos caules, ocorrendo então, no primeiro caso, antagonismo

entre potássio e boro e no segundo, sinergismo (Tabela 36).

Nessa mesma Tabela 36 , observa-se que omitindo enxofre da solução não houve diferença significativa no teor de boro nos diferentes órgãos da planta.

4.3.2.1.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de boro, expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação $B(\text{ppm})$ dos tratamentos com omissão de nutrientes / $B(\text{ppm})$ dos tratamentos completos correspondentes.

O resumo da análise de variância e as concentrações de boro nas diversas partes da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo, acham-se expostos nas Tabelas 37 e 38.

Na Tabela 38 , encontra-se teor mais elevado de boro nas folhas nos tratamentos -N , -P , -K e -Ca , que eram iguais entre si. O tratamento -S apresentava o teor mais baixo de boro, diferindo dos demais tratamentos, com exceção dos -P e -Ca.

Tabela 37. Resumo da análise da variância da concentração de boro (ppm) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,440*	0,220**	0,058 n.s.
Resíduo	10	0,082	0,024	0,025
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	18,59	15,00	19,51

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 38. Médias dos teores de boro (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	1,80 a*	1,07 a	0,77 a
Omissão de P	1,45 ab	1,29 a	1,05 a
Omissão de K	1,98 a	0,58 b	0,73 a
Omissão de Ca	1,58 ab	1,16 a	0,72 a
Omissão de S	0,97 b	0,92 ab	0,82 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,78	0,40	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se ainda na Tabela 38 que os tratamentos -N , -P , -Ca e -S , não diferindo entre si, continham teores mais elevados de boro nos caules e diferiram significativamente do -K, que apresentava o teor mais baixo de boro. Por outro lado, o tratamento -S apesar de não diferir dos tratamentos -N , -P e -Ca , também era igual ao -K.

Quanto ao teor de boro nas raízes, não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 38).

4.3.2.2. Cobre

4.3.2.2.1. Concentração de Cu(ppm) da matéria seca

O resumo da análise de variância e as concentrações de cobre nos diversos órgãos da planta, por tratamento, estão expostos nas Tabelas 39 e 40.

a) Planta inteira

Na Tabela 40 , nota-se que nos tratamentos completos 1 e 2 os teores de cobre nos diferentes órgãos da videira obedeceram à seguinte ordem decrescente: raízes > folhas > caules. No tratamento completo 3 a ordem foi: raízes > caules > folhas.

Tabela 39. Resumo da análise da variância da concentração de cobre (ppm) nas folhas, caules e raízes

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	4,27**	0,84 n.s.	2,98 n.s.
	Resíduo	6	0,19	0,38	2,41
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	11,67	15,09	9,53
A ₂	Tratamento	2	9,01**	7,17**	6,34 n.s.
	Resíduo	6	0,07	0,28	6,63
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	11,21	17,73	13,77
A ₃	Tratamento	1	4,16**	0,28 n.s.	3,84 n.s.
	Resíduo	4	0,06	0,04	1,27
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	21,24	14,49	8,67

n.s. : não significativo.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 40. Médias dos teores de cobre (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	5,0 a*	4,4 a	17,3 a
Omissão de N	3,6 b	3,5 a	15,4 a
Omissão de Ca	2,7 b	4,4 a	16,1 a
D.M.S. (Tukey 5%)	1,10	-	-
Completo 2	2,9 b	2,2 b	18,0 a
Omissão de P	3,7 a	4,8 a	20,3 a
Omissão de K	0,4 c	2,0 b	17,7 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,65	1,33	
Completo 3	0,3 b	1,2 a	13,8 a
Omissão de S	2,0 a	1,6 a	12,2 a
D.M.S. (Tukey 5%)	0,55	-	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

RIBEREAU - GAYON e PEYNAUD (1971) relataram que o cobre tem pouca mobilidade na planta, esperando-se suas mais elevadas concentrações nas partes inferiores da planta. No presente ensaio as plantas em soluções nutritivas completas apresentaram teores mais elevados de cobre nas raízes, o que indica, provavelmente, sua pouca mobilidade. DECHEN (1979) verificou teores mais elevados de cobre nas folhas que nos ramos.

b) Folhas

Na mesma Tabela 40, observa-se ainda que os teores de cobre nas folhas das plantas dos tratamentos completos 1, 2 e 3, foram, respectivamente: 5,0 ppm, 2,9 ppm e 0,3 ppm.

BRUNSTETTER *et alii* (1939) observaram o teor de 25 ppm de cobre nas folhas basais. BEYERS (1962) estabeleceu como 3 ppm o limite mínimo e 20 ppm o limite máximo no teor de Cu nas folhas de videira, em condições de campo. BEATTIE e FORSHEY (1954) estabeleceram o nível crítico de 30,6 ppm de Cu no pecíolo, baseado numa produção mínima de 8,6 t/ha de uvas 'Concord'. BERGMAN *et alii* (1958) encontraram o teor médio de 24 ppm de Cu no pecíolo. COOK (1966) estipulou o nível crítico de 20 ppm de Cu no pecíolo. GONZALO GIL *et alii* (1973) relataram variações ao redor de 12 ppm de Cu nos limbos e entre 5 e 12 ppm nos pecíolos de videiras 'Semillon'. DECHEN (1979) constatou variações de 26,06 a 6,37 ppm nos teores de

Cu nas folhas terminais e de 13,50 a 8,79 ppm nas folhas basais.

c) Caules

Na mesma Tabela 40, verifica-se que os teores de cobre nos caules de videiras dos tratamentos completos 1, 2 e 3, foram, respectivamente: 4,4 ppm, 2,2 ppm e 1,2 ppm.

BERGMAN *et alii* (1958) citaram teor médio de 22 ppm de Cu nos ramos de videiras 'Concord'. DECHEN (1979) relatou variações de 18,89 a 4,54 ppm nos teores de Cu nos ramos terminais e de 13,31 a 4,75 ppm nos ramos basais.

d) Raízes

Os teores de cobre nas raízes das plantas dos tratamentos completos 1, 2 e 3 foram, respectivamente: 17,3 ppm, 18,0 ppm e 13,8 ppm (Tabela 40).

e) Interações entre Cu e os elementos N, P, K, Ca e S

Nota-se, ainda, na referida Tabela 40, que omitindo nitrogênio da solução houve uma diminuição significativa no teor de cobre nas folhas das plantas, ocorrendo sinergismo entre nitrogênio e cobre.

Forster (1954) e Drouineau e Mazoyer (1962), citados por JUSTE (1970) relataram sinergismo entre nitrogênio

e cobre nas folhas de videiras, concordando com os resultados obtidos no experimento realizado.

Com a omissão de cálcio da solução, verifica-se na Tabela 40, uma diminuição significativa no teor de cobre nas folhas das plantas, ocasionando sinergismo entre cálcio e cobre.

Forster (1954) e Drouineau e Mazoyer (1962), citados por JUSTE (1970) constataram existir sinergismo entre cálcio e cobre nas folhas de videiras, sendo essa interação também concordante com esta verificada na pesquisa desenvolvida.

Quanto à omissão de fósforo da solução, nota-se na mesma Tabela 40, um aumento significativo nos teores de cobre nas folhas e nos caules das videiras, ocorrendo então antagonismo entre fósforo e cobre.

Em relação à omissão de potássio da solução, observa-se na referida Tabela 40, uma diminuição significativa no teor de cobre nas folhas das plantas, acarretando sinergismo entre potássio e cobre.

Verifica-se na Tabela 40, um aumento significativo no teor de cobre nas folhas quando houve omissão de enxofre da solução, havendo antagonismo entre enxofre e cobre.

4.3.2.2.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de cobre, expres

soos como valor relativo, foram obtidos através da relação $\text{Cu(ppm) dos tratamentos com omissão de nutrientes} / \text{Cu(ppm) dos tratamentos completos correspondentes}$.

O resumo da análise de variância e os teores de cobre nos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo, acham-se expostos nas Tabelas 41 e 42.

Na Tabela 42, nota-se que o tratamento -S apresentava teor mais elevado de cobre nas folhas, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, que eram iguais entre si.

Com relação ao teor de cobre nos caules, verifica-se que o tratamento -P foi superior e diferiu significativamente dos demais tratamentos. Os tratamentos -K, -Ca e -S não diferiram entre si. O tratamento -N apresentava o teor mais baixo de cobre, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos com exceção dos -K e -Ca (Tabela 42).

Ainda na referida Tabela 42, quanto às raízes, não houve diferença significativa nos teores de cobre entre os tratamentos.

Tabela 41. Resumo da análise da variância da concentração de cobre (ppm) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	21,37**	0,905**	0,040 n.s.
Resíduo	10	0,28	0,042	0,036
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	28,80	16,13	19,59

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 42. Médias dos teores de cobre (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	0,72 b*	0,79 c	0,89 a
Omissão de P	1,25 b	2,13 a	1,16 a
Omissão de K	0,13 b	0,90 bc	1,01 a
Omissão de Ca	0,53 b	0,98 bc	0,93 a
Omissão de S	6,56 a	1,41 b	0,89 a
D.M.S. (Tukey 5%)	1,42	0,54	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.2.3. Ferro

4.3.2.3.1. Concentração de Fe (ppm) da matéria seca

O resumo da análise de variância e as concentrações de ferro nos diferentes órgãos da planta, por tratamento, acham-se nas Tabelas 43 e 44.

a) Planta inteira

Verifica-se, na Tabela 44, que nos tratamentos completos 1, 2 e 3, o teor de ferro nas diversas partes da videira obedeceu à seguinte ordem decrescente: raízes > folhas > caules.

RIBEREAU - GAYON e PEYNAUD (1971) citaram o ferro como elemento com pouca mobilidade na planta, sendo de se esperar suas mais elevadas concentrações nas partes inferiores da planta. No experimento realizado, as videiras em soluções nutritivas completas continham concentrações mais elevadas de ferro nas raízes, indicando provavelmente sua fraca mobilidade.

DECHEN (1979) encontrou teores mais elevados de ferro nas folhas que nos ramos.

Tabela 43. Resumo da análise da variância da concentração de ferro (ppm) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MEDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	3.392,11*	589**	18.158,34*
	Resíduo	6	567,67	52	2.371,89
	Total	8	-	-	-
C.V. (%)	-	18,39	12,22	4,97	
A ₂	Tratamento	2	88,11 n.s.	1.386,34**	1.009,00 n.s.
	Resíduo	6	224,45	92,89	1.981,67
	Total	8	-	-	-
C.V. (%)	-	16,13	15,63	4,05	
A ₃	Tratamento	1	0,66 n.s.	8,16 n.s.	2.053,47 n.s.
	Resíduo	4	457,17	13,67	1.211,33
	Total	5	-	-	-
C.V. (%)	-	21,45	10,23	3,51	

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 44. Médias dos teores de ferro (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	94 b*	48 b	1.068 a
Omissão de N	160 a	75 a	921 b
Omissão de Ca	135 ab	55 b	950 ab
D.M.S. (Tukey 5%)	59,78	18,09	122
Completo 2	99 a	57 b	1.079 a
Omissão de P	91 a	85 a	1.114 a
Omissão de K	89 a	43 b	1.106 a
D.M.S. (Tukey 5%)	-	24,18	-
Completo 3	99 a	37 a	1.009 a
Omissão de S	100 a	35 a	972 a
D.M.S. (Tukey 5%)	-	-	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

b) Folhas

Ainda na Tabela 44 , observa-se que os teores de ferro nas folhas das plantas dos tratamentos completos 1, 2 e 3, foram, respectivamente: 94 ppm , 99 ppm e 99 ppm.

BRUNSTETTER *et alii* (1939) relataram teor de 149 ppm de ferro nas folhas basais. BEYERS (1962) estabeleceu os níveis de 60 ppm e 180 ppm de ferro como mínimos e máximos, respectivamente, sendo que os teores observados no presente trabalho apresentam-se dentro desses limites críticos. SÁ-ROSI (1965), em solução nutritiva, considerou como adequados valores mais elevados que 100 ppm de ferro nas folhas, valor este semelhante ao verificado na pesquisa desenvolvida. DELMAS (1971) constatou teores de ferro variando de 76 ppm nas folhas coletadas por ocasião do florescimento e de 59 ppm na época do início da maturação dos frutos. FREGONI e SCIENZA (1976) relataram variações de 170 a 419 ppm nos teores de ferro nas folhas. DECHEN (1979) descreveu teores de ferro variando nas folhas terminais de 217 a 136 ppm e nas folhas basais de 173 a 197 ppm.

c) Caules

Verifica-se também, na Tabela 44, concentrações de ferro de 48 ppm, 57 ppm e 37 ppm nos caules das videiras dos tratamentos completos 1, 2 e 3 , respectivamente.

BERGMAN *et alii* (1958) observaram teor médio de 40 ppm de ferro nos ramos. DELMAS (1971) constatou teor de 23,5 ppm de ferro nos ramos de videiras desenvolvidas em solução nutritiva completa. DECHEN (1979) relatou variações de 197 a 54 ppm nos ramos terminais e de 15 a 154 ppm nos ramos basais.

d) Raízes

Os teores de ferro nas raízes das plantas nos tratamentos completos 1, 2 e 3 foram, respectivamente: 1.068 ppm, 1.079 ppm e 1.009 ppm (Tabela 44).

DELMAS (1971) encontrou a concentração de 73,5 ppm nas raízes, teor este inferior ao observado no presente experimento.

e) Interações entre Fe e os elementos N, P, K, Ca e S

Ainda na Tabela 44, verifica-se que omitindo nitrogênio da solução houve um aumento significativo nos teores de ferro nas folhas e nos caules, e diminuição nas raízes. Nesse caso ocorreu antagonismo nas folhas e nos caules e sinergismo nas raízes, entre nitrogênio e ferro, concordando em parte com os dados observados por DELMAS (1971) para videiras 'Merlot' cultivadas em solução nutritiva.

Na mesma Tabela 44, nota-se que omitindo cálcio da solução não houve diferença significativa nos teores de fer

ro nas diferentes partes da planta, em relação à solução completa 1.

DELMAS (1971) descreveu existir antagonismo entre cálcio e ferro nos ramos de videiras 'Merlot', enquanto que relatou não haver diferença estatística nas raízes e nas folhas, concordando em parte com os dados verificados nas observações efetuadas.

Na Tabela 44, verifica-se que o teor de ferro aumentou significativamente apenas nos caules das plantas desenvolvidas em solução com omissão de fósforo, ocorrendo antagonismo entre fósforo e ferro, concordando com os dados obtidos por DELMAS (1971).

Omitindo potássio da solução, não ocorreu diferença significativa nos teores de ferro nas folhas, nos caules e nas raízes das videiras, em relação à solução completa 2, concordando com os resultados observados por DELMAS (1971) (Tabela 44).

Finalmente, na Tabela 44, nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos completo 3 e -S quanto ao teor de ferro nos diferentes órgãos da planta, concordando em parte com os dados verificados por DELMAS (1971).

4.3.2.3.2. Resultados expressos como valor relativo

Nas Tabelas 45 e 46, acham-se expostos, respec-

tivamente, o resumo da análise de variância e as concentrações de ferro nas diferentes partes da videira, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Analisando-se os dados dos teores de ferro nas folhas, na Tabela 46, observa-se que os tratamentos -N , -P , -Ca e -S não diferiram entre si. O tratamento -K apresentava o teor mais baixo de ferro, diferindo apenas do tratamento -N , que, por sua vez, apresentava teor mais elevado de ferro.

No tocante aos caules, a Tabela 46 mostra que os tratamentos -N , -P , -Ca e -S não diferiram entre si, enquanto que o tratamento -K apresentava o teor mais baixo de ferro, diferindo dos tratamentos -N e -P , os quais continham teores mais elevados desse nutriente.

Quanto às raízes, observa-se na Tabela 46 , que os tratamentos -P , -K e -S não diferiram entre si. Os tratamentos -N e -Ca continham teores mais baixos de ferro, diferindo dos tratamentos -P e -K , que apresentavam teores mais elevados desse nutriente.

4.3.2.4. Manganês

4.3.2.4.1. Concentração de Mn(ppm) da matéria seca

Nas Tabelas 47 e 48 apresentam-se colocados, o

Tabela 45. Resumo da análise da variância da concentração de ferro (ppm) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,395*	0,398**	0,018**
Resíduo	10	0,083	0,060	0,002
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	23,97	20,17	4,21

* e **: significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 46. Médias dos teores de ferro (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	1,73 a*	1,58 a	0,86 b
Omissão de P	0,96 ab	1,54 a	1,03 a
Omissão de K	0,91 b	0,75 b	1,02 a
Omissão de Ca	1,45 ab	1,15 ab	0,89 b
Omissão de S	1,00 ab	0,95 ab	0,96 ab
D.M.S. (Tukey 5%)	0,78	0,65	0,11

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

resumo da análise de variância e as concentrações de manganês nos diversos órgãos da planta, por tratamento.

a) Planta inteira

Na Tabela 48, observa-se que nos tratamentos completos 1, 2 e 3, os teores de manganês nas diferentes partes da videira seguiram à ordem decrescente: raízes > folhas > caules.

Segundo RIBEREAU - GAYON e PEYNAUD (1971) o manganês tem pouca mobilidade nas plantas, esperando-se suas mais elevadas concentrações nas partes inferiores da planta. No experimento realizado, as plantas em soluções nutritivas completas apresentavam concentração mais elevada de manganês nas raízes, indicando provavelmente sua fraca mobilidade.

DECHEN (1979) encontrou teores mais elevados de manganês nas folhas que nos ramos.

b) Folhas

Na mesma Tabela 48, nota-se que os teores de manganês nas folhas das videiras dos tratamentos completos 1, 2 e 3, foram, respectivamente; 156 ppm, 64 ppm e 55 ppm.

Tabela 47. Resumo da análise da variância da concentração de manganês (ppm) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MEDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	606,78 n.s.	2.121,45**	104.276,79**
	Resíduo	6	730,00	124,23	5.872,89
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	15,78	12,19	20,83
A ₂	Tratamento	2	5.734,34**	2.618,78**	2.676,00 n.s.
	Resíduo	6	63,89	32,67	6.482,00
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	8,27	10,25	12,53
A ₃	Tratamento	1	294,00 n.s.	228,16**	50.600,2*
	Resíduo	4	130,33	6,17	3.207,8
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	18,52	7,71	14,14

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 48. Médias dos teores de manganês (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	156 a*	64 b	563 a
Omissão de N	173 a	94 a	192 b
Omissão de Ca	185 a	117 a	348 b
D.M.S. (Tukey 5%)		27,97	192,24
Completo 2	64 b	29 c	647 a
Omissão de P	146 a	88 a	637 a
Omissão de K	80 b	50 b	591 a
D.M.S. (Tukey 5%)	20,04	14,35	-
Completo 3	55 a	26 b	492 a
Omissão de S	69 a	38 a	309 b
D.M.S. (Tukey 5%)	-	5,63	128,67

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

BRUNSTETTER *et alii* (1939) relataram teor de 162 ppm de manganês nas folhas basais de videiras 'Niagara', cultivadas no campo. BEYERS (1962) estabeleceu os níveis mínimo e máximo do teor de manganês nas folhas de videira, que foram 20 e 300 ppm, respectivamente. Os teores encontrados nas observações efetuadas estão dentro desses limites. DELMAS (1971) descreveu teores de manganês nas folhas, variando de 63,5 ppm no florescimento a 188 ppm no início da maturação dos frutos, valores estes semelhantes aos verificados na pesquisa desenvolvida. FREGONI e SCIENZA (1976) constataram variações de 48 a 631 ppm no teor de manganês nas folhas. DECHEN (1979) observou variações de 1.118 ppm nas folhas terminais e de 644 a 1.278 ppm nas folhas basais.

c) Caules

Ainda na Tabela 48, nota-se que as concentrações de manganês nos caules das plantas dos tratamentos completos 1, 2 e 3, foram, respectivamente: 64 ppm, 29 ppm e 26 ppm.

BERGMAN *et alii* (1958) citaram teor médio de 36 ppm de manganês nos ramos de videiras 'Concord', enquanto que DELMAS (1971) relatou teor de 42 ppm nos ramos de videiras 'Merlot' conduzidas em solução nutritiva completa, teores estes semelhantes aos verificados no presente trabalho. DECHEN (1979) constatou variações de 364 a 956 ppm nos teores de Mn nos ramos terminais e de 374 a 1.059 ppm nos ramos basais.

d) Raízes

Observa-se, na Tabela 48, teores de manganês de 563 ppm, 647 ppm e 492 ppm nas raízes das plantas dos tratamentos completos 1, 2 e 3, respectivamente.

DELMAS (1971) verificou a concentração de 18 ppm nas raízes de videiras 'Merlot' cultivadas em solução completa, teor este bem inferior ao encontrado no experimento realizado, provavelmente devido ao cultivar utilizado e à idade da planta terem sido diferentes.

e) Interações entre Mn e os elementos N, P, K, Ca e S

Omitindo nitrogênio da solução, houve um aumento significativo nos teores de manganês nos caules, e uma diminuição nas raízes das plantas. No caso ocorreu antagonismo nos caules e sinergismo nas raízes entre nitrogênio e manganês, concordando em parte com os dados obtidos por DELMAS (1971) (Tabela 48).

Na mesma Tabela, verifica-se que omitindo cálcio da solução observou-se um aumento significativo dos teores de manganês nos caules e diminuição nas raízes, ocorrendo então antagonismo entre cálcio e manganês nos caules e sinergismo nas raízes.

DELMAS (1971) descreveu existir antagonismo entre cálcio e manganês nas raízes finas e grossas.

Com relação à omissão de fósforo, nota-se na Tabela 48, um aumento significativo nos teores de manganês nas folhas e nos caules das plantas, havendo ocorrência de antagonismo entre fósforo e manganês.

Na França, estudando a composição mineral das folhas de videiras do cultivar Maccabeo, desenvolvidas sobre meio sintético enriquecido em manganês, JUSTE (1970) relatou que o fósforo pode inibir ou estimular a absorção de manganês. Nas observações efetuadas o fósforo da solução completa 2 inibiu a absorção de manganês e a ausência de fósforo no tratamento -P favoreceu a absorção de manganês, havendo então concentração mais elevada desse nutriente nas folhas de plantas do tratamento -P. DELMAS (1971) relatou antagonismo entre fósforo e manganês nas folhas e nos ramos, concordando com as interações constatadas na pesquisa desenvolvida.

Verifica-se, na Tabela 48, que a omissão de potássio provocou um aumento significativo no teor de manganês nos caules, ocorrendo antagonismo entre potássio e manganês, concordando com os resultados obtidos por DELMAS (1971).

Com referência à omissão de enxofre da solução, nota-se na mesma Tabela 48, um aumento significativo nos teores de manganês nos caules e uma diminuição nas raízes, havendo antagonismo e sinergismo, respectivamente.

4.3.2.4.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de manganês expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação Mn(ppm) dos tratamentos com omissão de nutrientes / Mn(ppm) dos tratamentos completos correspondentes.

O resumo da análise de variância e as concentrações de manganês nas folhas, nos caules e nas raízes da videira, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo, encontram-se expostos nas Tabelas 49 e 50.

Na Tabela 50, analisando-se os dados dos teores de manganês nas folhas e nos caules, verificou-se que o tratamento -P apresentava o teor mais elevado de manganês, diferindo significativamente dos demais tratamentos com omissão de nutrientes.

Quanto às raízes, nota-se na mesma Tabela, que os tratamentos -P, -K, -Ca e -S continham teores mais elevados de manganês, não diferindo entre si. O tratamento -N apresentava teor mais baixo de manganês, diferindo significativamente dos tratamentos com omissão de fósforo e potássio.

Tabela 49. Resumo da análise da variância da concentração de manganês (ppm) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,728**	1,210**	0,198**
Resíduo	10	0,014	0,093	0,021
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	8,45	15,54	20,00

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 50. Médias dos teores de manganês (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	1,11 b*	1,52 b	0,34 b
Omissão de P	2,29 a	3,03 a	0,99 a
Omissão de K	1,25 b	1,74 b	0,91 a
Omissão de Ca	1,19 b	1,89 b	0,65 ab
Omissão de S	1,25 b	1,48 b	0,63 ab
D.M.S. (Tukey 5%)	0,32	0,81	0,38

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.2.5. Zinco

4.3.2.5.1. Concentração de Zn(ppm) da matéria seca

Nas Tabelas 51 e 52 acham-se o resumo da análise de variância e as concentrações de zinco nos diferentes órgãos da planta, por tratamento.

a) Planta inteira

Na Tabela 52, verifica-se que nos tratamentos completos 1 e 2, os teores de zinco nas diversas partes da planta seguiram a ordem decrescente: raízes > caules > folhas. No completo 3 a ordem foi : raízes > folhas > caules.

DELMAS (1971) encontrou teores mais elevados de zinco nas raízes que nos ramos. Segundo REBEREAU - GAYON e PEYNAUD (1971) o zinco possui pouca mobilidade na planta, esperando-se com isso concentrações mais elevadas nas porções inferiores da planta. No experimento realizado as videiras cultivadas em soluções nutritivas completas apresentavam teor mais elevado de zinco nas raízes, indicando provavelmente sua fraca mobilidade.

Tabela 51. Resumo da análise da variância da concentração de zinco (ppm) nas folhas, caules e raízes.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Folhas	Caules	Raízes	
A ₁	Tratamento	2	75,52*	1.645,72**	317,19 n.s.
	Resíduo	6	8,93	22,42	167,36
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	8,78	5,59	6,87
A ₂	Tratamento	2	9,62 n.s.	961,02**	985,57 n.s.
	Resíduo	6	4,66	11,61	240,98
	Total	8	-	-	-
	C.V. (%)	-	7,15	7,64	12,41
A ₃	Tratamento	1	9,63 n.s.	82,14*	145,04 n.s.
	Resíduo	4	10,84	7,83	64,64
	Total	5	-	-	-
	C.V. (%)	-	11,38	10,00	10,58

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de produtividade de quando aplicado o teste F.

A₁ , A₂ e A₃ : análises de variância correspondentes às épocas 1, 2 e 3 de coleta, respectivamente.

Tabela 52. Médias dos teores de zinco (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta, por tratamento.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Completo 1	32,0 b*	58,1 b	193,3 a
Omissão de N	39,8 a	102,2 a	195,4 a
Omissão de Ca	30,4 b	93,7 a	176,7 a
D.M.S. (Tukey 5%)	7,50	11,87	-
Completo 2	28,2 a	29,1 c	105,4 a
Omissão de P	31,6 a	64,2 a	141,1 a
Omissão de K	30,8 a	40,6 b	128,7 a
D.M.S. (Tukey 5%)	-	8,55	-
Completo 3	27,6 a	24,3 b	80,9 a
Omissão de S	30,2 a	31,7 a	71,1 a
D.M.S. (Tukey 5%)	-	6,36	-

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

b) Folhas

Na mesma Tabela 52, verifica-se que os teores de zinco nas folhas das plantas dos tratamentos completos 1, 2 e 3, foram, respectivamente: 32,0 ppm, 28,2 ppm e 27,6 ppm.

DELMAS (1971) constatou teor de 72,9 ppm de Zn nas folhas coletadas na época do florescimento e 122,7 ppm no início da maturação dos frutos. GONZALO GIL *et alii* (1973) descreveram teor médio ao redor de 20 ppm nos limbos de videiras 'Semillon'. SÁROSI e KIRÁLY (1973) consideraram variação de 20 a 30 ppm no teor de zinco nas folhas, como nível moderadamente adequado, valores estes próximos ao encontrado no presente trabalho. DECHEN (1979) relatou variações de 47 a 102 ppm nas folhas terminais e de 59 a 101 ppm nas folhas basais.

c) Caules

Na Tabela 52, observa-se concentrações de 58,1 ppm, 29,1 ppm e 24,3 ppm de Zn nos caules de videiras dos tratamentos completos 1, 2 e 3, respectivamente.

BERGMAN *et alii* (1958) citaram teor médio de 34 ppm de Zn nos ramos, enquanto que DELMAS (1971) constatou teor médio de 36,9 ppm. Os resultados obtidos pelos autores assemelham-se dos observados na pesquisa desenvolvida. DECHEN (1979) relatou teores de zinco variando de 62 a 44 ppm nos sarmentos terminais e de 53 a 87 ppm nos sarmentos basais.

d) Raízes

Nos tratamentos completos 1, 2 e 3, os teores de zinco encontrados nas raízes das plantas foram: 193,3 ppm, 105,4 ppm e 80,9 ppm, respectivamente (Tabela 52).

DELMAS (1971) observou teor de 350 ppm de Zn nas raízes, valor este superior ao verificado no experimento realizado.

e) Interações entre Zn e os elementos N, P, K, Ca e S

Ainda na Tabela 52, observa-se que omitindo nitrogênio da solução ocorreu um aumento significativo no teor de zinco nas folhas e nos caules das plantas, havendo portanto antagonismo entre nitrogênio e zinco, concordando com as interações observadas por DELMAS (1971) e por CHRISTENSEN *et alii* (1978) nas folhas.

Verifica-se na Tabela 52, que omitindo cálcio da solução houve um aumento significativo no teor de zinco nos caules, ocorrendo antagonismo entre cálcio e zinco.

Quando à omissão de fósforo, nota-se na mesma tabela, um aumento no teor de zinco nos caules, havendo antagonismo entre fósforo e zinco, concordando com a interação encontrada por DELMAS (1971).

Observa-se na Tabela 52, que o teor de zinco nos caules aumentou significativamente quando houve omissão de

potássio da solução, ocorrendo então antagonismo entre potássio e zinco, concordando com os resultados constatados por DELMAS (1971).

Finalmente, com relação à omissão de enxofre da solução, o teor de zinco elevou-se nos caules, havendo então ocorrência de antagonismo entre enxofre e zinco (Tabela 52).

4.3.2.5.2. Resultados expressos como valor relativo

Os resultados da concentração de zinco, expressos como valor relativo, foram obtidos através da relação $Zn(\text{ppm})$ dos tratamentos com omissão de nutrientes / $Zn(\text{ppm})$ dos tratamentos completos correspondentes.

O resumo da análise de variância e os teores de zinco nos diversos órgãos da planta, por tratamento, considerando-se os dados em valor relativo, encontram-se nas Tabelas 53 e 54.

Na Tabela 54, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, quanto ao teor de zinco nas folhas.

Tabela 53. Resumo da análise da variância da concentração de zinco (ppm) nas folhas, caules e raízes, considerando-se os dados em valor relativo.

Causas da Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Folhas	Caules	Raízes
Tratamento	4	0,033 n.s.	0,378**	0,120*
Resíduo	10	0,015	0,024	0,023
Total	14	-	-	-
C.V. (%)	-	10,91	9,04	14,02

n.s. : não significativo.

* e ** : significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade quando aplicado o teste F.

Tabela 54. Médias dos teores de zinco (ppm) na matéria seca dos diversos órgãos da planta considerando-se os dados em valor relativo.

Tratamentos	Folhas	Caules	Raízes
Omissão de N	1,24 a*	1,77 b	1,01 ab
Omissão de P	1,12 a	2,21 a	1,34 a
Omissão de K	1,09 a	1,40 bc	1,22 ab
Omissão de Ca	0,95 a	1,62 bc	0,91 b
Omissão de S	1,11 a	1,31 c	0,88 b
D.M.S. (Tukey 5%)	-	0,40	0,40

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente entre si pelo teste de "Tukey" ao nível de 5% de probabilidade.

Nota-se ainda, na Tabela 54, que o tratamento -P continha teor mais elevado de zinco nos caules, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Os tratamentos -N, -K e -Ca não diferiram entre si, porém o -N foi maior e diferiu do -S. Por sua vez, o -S apresentava o teor mais baixo de zinco e não diferiu do -K e -Ca.

Quanto ao teor de zinco nas raízes, verifica-se, na mesma tabela, que o tratamento -P foi maior, sem diferir do -N e -K. Os tratamentos -Ca e -S, iguais entre si, tinham menos zinco e não diferiam do -N e -K.

4.4. Absorção de nutrientes

4.4.1. Absorção de macronutrientes

Na Tabela 55, encontram-se as quantidades médias absorvidas de macronutrientes e produção de matéria seca total e por órgão da planta, em mg, em função dos tratamentos completos, nos quatro estádios de desenvolvimento.

Notou-se que nos quatro estádios estudados de desenvolvimento da planta, a quantidade total absorvida de macronutrientes obedeceu à seguinte ordem decrescente: $N > K > Ca > P > Mg > S$, com exceção do primeiro estádio em que foi: $N > K > Ca > Mg > S > P$.

Tabela 55. Quantidade média absorvida de macronutrientes e produção de matéria seca (mg/planta) nos diversos órgãos da planta, em quatro estádios de desenvolvimento.

Órgãos da Planta	Amostragem Dias após plantio	Quantidade Absorvida						Matéria Seca
		N	P	K	Ca	Mg	S	
Folhas	105	5,08	0,40	2,96	3,29	0,87	0,45	235,3
	166	84,23	14,26	39,48	31,43	8,05	5,73	2.514,4
	203	253,87	48,44	114,03	93,23	28,30	10,15	8.323,7
	214	346,98	67,65	151,97	138,52	44,38	36,31	13.448,8
Caules	105	0,44	0,05	1,19	0,47	0,12	0,06	57,7
	166	11,14	3,95	22,94	7,14	1,84	0,84	1.081,9
	203	164,39	16,73	87,17	29,84	8,78	0,35	5.850,0
	214	71,93	24,26	132,04	70,85	19,32	4,40	10.735,2
Raízes	105	2,45	0,31	3,15	2,10	0,89	0,62	318,3
	166	18,45	4,73	16,33	13,01	2,81	1,78	850,4
	203	52,78	12,98	33,60	29,22	7,30	3,29	1.826,2
	214	88,74	16,06	42,91	48,76	13,00	8,03	3.250,5
Total	105	7,97	0,76	7,30	5,86	1,88	1,13	611,3
	166	113,82	22,94	78,75	51,58	12,70	8,35	4.446,7
	203	471,04	78,15	234,80	152,29	44,38	13,79	15.999,9
	214	507,65	107,97	326,92	258,13	76,70	48,74	27.434,5

Com relação à produção e acúmulo de matéria seca a ordem decrescente nos quatro estádios de desenvolvimento estudados foi : folhas > caules > raízes, excetuando-se o primeiro estádio em que foi : raízes > folhas > caules.

Considerando-se a última amostragem, isto é, 214 dias após o plantio dos sarmentos no substrato de areia, verificou-se as seguintes quantidades absorvidas acumuladas dos macronutrientes pelas folhas, em mg /planta: nitrogênio 346,98 ; potássio 151,97 ; cálcio 138,52 ; fósforo 67,65 ; magnésio 44,38 e enxofre 36,31 .

SANTOS NETO (1973) em videiras conduzidas no sistema espaldeira, tomando por base a produção de 3 kg de frutos por planta, com 400 g de ramos retirados pela poda e 300 g de folhas caídas, apresentou as seguintes quantidades de nutrientes extraídas pelas folhas, em mg /planta: 3.057 de cálcio, 2.730 de nitrogênio, 1.005 de potássio, 666 de magnésio e 375 de fósforo. RODRIGUES *et alii* (1974), no Chile, realizando um estudo da absorção de nutrientes minerais pela videira 'Cabernet Sauvignon', durante um ciclo vegetativo e sua distribuição nos órgãos aéreos, em um vinhedo de 10 anos de idade, relataram as seguintes quantidades extraídas pelas folhas, em mg /planta : 10.524 de N , 7.400 de Ca , 5.571 de K, 1.000 de Mg e 892 de P . PEREIRA *et alii* (1976) obtiveram as seguintes variações de quantidades de nutrientes, em mg /planta , extraídas pelas folhas dos cinco porta-enxertos em latossolo roxo, sob ripado: 177 a 723 de N , 103 a 532 de Ca ,

81 a 330 de K , 21 a 76 de P e 14 a 64 de Mg . Na Romênia, BUYANOVICH (1977) encontrou a seguinte absorção de nutrientes pelas folhas de videiras 'Cabernet Sauvignon' e 'Saperavi' , de 8 a 11 anos de idade, enxertadas sobre 'RR 101 - 44' : 3.120 a 6.720 mg de K por planta, 2.800 a 4.200 mg de N por planta e 1.832 a 3.664 mg de P por planta. DECHEN (1979) encontrou o máximo acúmulo de macronutrientes pelas folhas de videiras 'Niagara Rosada', de 7 anos de idade, em mg /planta, a saber: 11.407,62 de N , 8.614,18 de K , 5.587,47 de Ca, 3.289,79 de P , 1.124,29 de S e 920,87 de Mg.

As quantidades absorvidas de macronutrientes pelos caules, em mg /planta, na última coleta foram : potássio 132,04 , nitrogênio 71,93 , cálcio 70,85 , fósforo 24,26 , magnésio 19,32 e enxofre 4,40 . Cabe ressaltar que o período de maior acúmulo de nitrogênio (164,39 mg /planta) ocorreu na coleta realizada aos 203 dias após o plantio dos sarmentos com uma gema.

Schätzlein (1931), citado por JACOB e UEXKÜLL (1966), na Alemanha, relatou que as quantidades de nutrientes nos ramos que são eventualmente retirados pela poda foram: 4.800 mg /planta de K , 4.000 mg /planta de N e 2.290 a 2.748 mg /planta de P . SANTOS NETO (1973) descreveu as seguintes quantidades extraídas pelos ramos, em mg /planta : 1.668 de Ca , 1.240 de K , 1.196 de N , 532 de Mg e 404 de P . RODRIGUES *et alii* (1974) estimaram as seguintes extrações pelos ramos: 4.814 mg /planta de K , 3.816 de N ,

3.400 de Ca , 1.000 de Mg e 924 de P . MALAVOLTA (1976) relatou extração pelos ramos podados em mg /planta de 4.000 de N , 4.000 de K e 600 de P . PEREIRA *et alii* (1976) obtiveram as seguintes variações de absorção pelos ramos, em mg /planta : 100 a 367 de K , 50 a 259 de Ca , 68 a 215 de N , 19 a 60 de P e 7 a 33 de Mg . DECHEN (1979) constatou a extração de macronutrientes pelos sarmentos que foram removidos por poda, em mg /planta: potássio 4.434 , cálcio 3.252 , nitrogênio 1.914 , magnésio 986 , fósforo 724 e enxofre 238. Ainda o mesmo autor encontrou o máximo acúmulo pelos ramos, durante um ciclo vegetativo, de : 8.165,11 de K , 6.364,39 de N, 4.342,26 de Ca , 2.280,45 de P , 985,61 de Mg e 705,78 mg/planta de S.

MAROCKE *et alii* (1976), na França, relatou as quantidades médias absorvidas pelos ramos e pelas folhas, em mg /planta, que foram: 20.294 de Ca , 9.580 de K , 7.773 de N , 5.773 de P e 4.534 de Mg , considerando uma população de 4.760 plantas por ha.

Quanto às quantidades absorvidas de macronutrientes pelas raízes, em mg /planta, observou-se na última coleta os seguintes valores: nitrogênio 88,74 , cálcio 48,76 , potássio 42,91 , fósforo 16,06 , magnésio 13,00 e enxofre 8,03 .

A maior quantidade absorvida pelas raízes foi do nitrogênio e a menor do enxofre.

4.4.2. Absorção de micronutrientes

Na Tabela 56, acham-se as quantidades médias absorvidas de micronutrientes e produção de matéria seca total e por órgão da planta, em mg, em função dos tratamentos completos, em três estádios de desenvolvimento estudados.

Observou-se que nos dois primeiros estádios de desenvolvimento estudados da planta, a quantidade absorvida de micronutrientes obedeceu a seguinte ordem decrescente: Fe > Mn > Zn > B > Cu, enquanto que no último estádio foi: Fe > Mn > B > Zn > Zu.

Quanto à produção de matéria seca a ordem decrescente para acúmulo nos três estádios estudados foi: folhas > caules > raízes.

Considerando-se a última amostragem, observou-se as seguintes quantidades absorvidas acumuladas de micronutrientes pelas folhas, em mg/planta: 1,331 de ferro, 0,740 de manganês, 0,561 de boro, 0,371 de zinco e 0,004 de cobre. Notou-se que o período de maior acúmulo de cobre (0,024 mg/planta) deu-se na coleta realizada aos 203 dias após o plantio.

Na Alemanha, Gärtel (1955), citado por VERONA (1958) encontrou a quantidade de boro absorvida de 5 a 10 mg/planta pelas folhas de videiras 'Mosella'.

Tabela 56. Quantidade média absorvida de micronutrientes e produção de matéria seca (mg/planta) nos diversos órgãos da planta, em três estádios de desenvolvimento.

Orgãos da Planta	Amostragem dias após plantio	Quantidade absorvida (mg/pl.)					Matéria seca mg/planta
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Folhas	166	0,094	0,013	0,236	0,392	0,080	2.514,4
	203	0,206	0,024	0,824	0,533	0,235	8.323,7
	214	0,561	0,004	1,331	0,740	0,371	13.448,8
Caules	166	0,030	0,005	0,052	0,069	0,063	1.081,9
	203	0,123	0,013	0,333	0,170	0,170	5.850,0
	214	0,297	0,013	0,397	0,279	0,261	10.735,2
Raízes	166	0,048	0,015	0,908	0,479	0,164	850,4
	203	0,064	0,033	1,970	1,182	0,192	1.826,2
	214	0,183	0,045	3,280	1,599	0,263	3.250,5
Total	166	0,172	0,033	1,196	0,940	0,307	4.446,7
	203	0,393	0,070	3,127	1,885	0,597	15.999,9
	214	1,041	0,062	5,008	2,618	0,895	27.434,5

GÄRTEL (1962) relatou variações nas quantidades absorvidas de micronutrientes de 10 a 20 mg /planta de boro e 4,8 a 9,6 mg /planta de cobre, pelas folhas de videiras do cultivar Riesling em produção, cultivadas em vasos com solo argiloso. FREGONI e SCIENZA (1976) encontraram a seguinte absorção de micronutrientes em mg /planta : 13,8 a 224,2 de Fe; 12,6 a 182 de Cu ; 4 a 117 de Zn ; 3,4 a 44,2 de B e 2,6 a 38,6 de Mn. DECHEN (1979) constatou o máximo acúmulo de micronutrientes pelas folhas de videiras 'Niagara Rosada' , em mg /planta : 393,67 de Mn , 61,22 de Fe , 33,13 de Zn , 29,27 de Cu e 14,85 de B . Relatou também que a grande quantidade de manganês e zinco acumulados pelas folhas, foi devida provavelmente à pulverização com Dithane M-45* nos tratamentos fitossanitários.

As quantidades absorvidas de micronutrientes pelos caules, em mg /planta, na última amostragem foram: 0,397 de ferro , 0,297 de boro , 0,279 de manganês , 0,261 de zinco e 0,013 de cobre. Cabe salientar que o período de maior acúmulo de cobre (0,013 mg /planta) ocorreu na coleta realizada aos 203 dias após o plantio.

Gärtel (1955), citado por VERONA (1958) relatou absorção pelos ramos de 2,4 a 3,2 mg de B /planta. DECHEN (1979) constatou o máximo acúmulo de micronutrientes pelos ramos , em

* Dithane M-45 (etileno-bis-ditiocarbamato de manganês com íon zinco)

mg /planta : 517,90 de Mn , 64,34 de Fe , 46,97 de Zn , 30,66 de Cu e 13,52 de B. Relatou ainda que a grande quantidade de manganês acumulados pelos ramos, conforme demonstrado também para as folhas, foi devida à pulverização com Dithane M-45 nos tratamentos fitossanitários.

Em relação às quantidades absorvidas de micronutrientes pelas raízes, em mg /planta, verificou-se na última coleta os seguintes valores: ferro 3,280 ; manganês 1,599 ; zinco 0,263 ; boro 0,183 e cobre 0,045 .

A maior quantidade absorvida pelas raízes foi de ferro e a menor de cobre.

Quanto às quantidades totais extraídas e pelos órgãos da videira, os dados obtidos são, na maioria, inferiores aos citados pela literatura, fato este devido, provavelmente , à baixa produção de matéria seca, causada pelo uso de sarmentos com uma gema como material de propagação.

4.4.3. Acúmulo porcentual dos nutrientes

Na Tabela 57 são apresentados os dados referentes ao acúmulo porcentual dos nutrientes nas partes da videira em relação ao total, considerando-se a última coleta realizada aos 214 dias após o plantio.

Tabela 57. Distribuição porcentual do acúmulo dos nutrientes nas partes da videira em relação ao total.

Nutrientes	Folhas	Caules	Raízes
Nitrogênio	68,35	14,17	17,48
Fósforo	62,66	22,47	14,87
Potássio	46,49	40,39	13,12
Cálcio	53,66	27,45	18,89
Magnésio	57,86	25,19	16,95
Enxofre	74,50	9,03	16,47
Boro	53,89	28,53	17,58
Cobre	6,45	20,97	72,58
Ferro	26,58	7,93	65,49
Manganês	28,27	10,66	61,07
Zinco	41,45	29,16	29,39

4.4.4. Taxa diária de absorção de macronutrientes

A taxa diária de absorção de macronutrientes (em mg /planta) , em quatro estádios de desenvolvimento estudados da planta, encontra-se na Tabela 58.

Tabela 58. Taxa diária de absorção de macronutrientes (mg/pl.) em quatro estádios de desenvolvimento da planta.

Período	Quantidade Absorvida (mg /pl. /dia)					
	Dias	N	P	K	Ca	Mg
0 - 105	0,076	0,007	0,070	0,056	0,018	0,011
106 - 166	1,735	0,364	1,171	0,750	0,177	0,118
167 - 203	9,655	1,492	4,218	2,722	0,856	0,147
204 - 214	3,328	2,711	8,375	9,622	2,938	3,177

Observa-se pelos dados constantes na referida tabela que a taxa diária de absorção de macronutrientes foi mais intensa no período compreendido entre 204 e 214 dias, excetuando-se a absorção de nitrogênio que teve um acúmulo máximo entre 167 e 203 dias, constituindo este período o mais crítico de exigência deste nutriente pela planta.

5. CONCLUSÕES

Nas condições experimentais em que foi conduzido o presente ensaio, pode-se tirar as seguintes conclusões:

5.1. Desenvolvimento das plantas

a) Os elementos nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre influenciaram positivamente nas produções de matéria seca das folhas, matéria seca dos caules, matéria seca total (folhas + caules + raízes), no número de folhas e na altura das plantas. Todos estes parâmetros foram afetados severamente pela omissão do nitrogênio e do fósforo, e menos afetados quando da omissão do cálcio, potássio e enxofre.

b) O comprimento da raiz não foi influenciado pela omissão dos nutrientes estudados.

c) O peso da matéria seca das raízes foi influenciado apenas pelos elementos fósforo e potássio.

d) A taxa diária de crescimento da parte aérea e de acúmulo da matéria seca foi mais intensa no período compreendido entre 204 e 214 dias.

5.2. Sintomas de deficiências minerais

a) Os sintomas visuais de deficiência de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e enxofre apresentaram-se bem definidos e de fácil caracterização.

b) O quadro resumido do diagnóstico de deficiências minerais para os nutrientes estudados, na maioria é similar aos de outros cultivares de videira.

5.3. Concentração de nutrientes

a) As médias dos teores dos nutrientes expressos em porcentagem (%), encontradas na matéria seca dos diversos órgãos da planta, em função da presença ou da omissão de macronutrientes foram:

Nutriente	Folhas	Caules	Raízes	
N	presente	3,35	1,03	2,17
	omitido	1,50	0,82	1,10
P	presente	0,582	0,286	0,711
	omitido	0,074	0,054	0,092
K	presente	1,37	1,49	1,57
	omitido	0,42	0,41	0,37
Ca	presente	1,25	0,66	1,53
	omitido	0,39	0,28	0,64
S	presente	0,270	0,041	0,247
	omitido	0,041	traços	0,082

b) Os teores médios de cobre, manganês e zinco nas folhas, nos caules e nas raízes, de uma maneira geral, diminuíram com a idade da planta, enquanto que os teores de boro e ferro nesses mesmos órgãos não foram afetados pela idade da planta.

c) Ocorreram diversas interações entre os nutrientes nas diferentes partes da planta, que foram os seguintes:

Nutriente Deficiente	Interação	Folhas	Caules	Raízes
N	Antagonismo	Ca-S-B-Fe-Zn	Ca-S-Fe-Mn-Zn	S
	Sinergismo	N - Mg - Cu	P - K - Mg	N-P-Mg-Fe-Mn
P	Antagonismo	Cu - Mn	S-B-Cu-Fe-Mn-Zn	-
	Sinergismo	N - P - Ca - Mg	N - P	N - P - Ca - Mg
K	Antagonismo	P - Ca - Mg - B	Ca-Mg-Mn-Zn	-
	Sinergismo	K - Cu	N - K - B	N - K
Ca	Antagonismo	K - Mg - B	N-Mg-S-Mn-Zn	Mg
	Sinergismo	P - Ca - Cu	Ca	P - K - Ca - Mn
S	Antagonismo	K - Mg - Cu	N - Mn - Zn	N
	Sinergismo	S	S	Ca - S - Mn

5.4. Absorção de nutrientes

a) A extração de nutrientes pelas folhas no último estágio de desenvolvimento obedeceu à seguinte ordem decrescente: $N > K > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu$; pelos caules: $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu$ e pelas raízes: $N > K > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu$.

b) Para os estádios de desenvolvimento estudados verificou-se que a absorção total de macronutrientes (folhas, caules e raízes), seguiu à ordem decrescente de valores: $N > K > Ca > P > Mg > S$, com exceção do primeiro estágio cuja ordem foi: $N > K > Ca > Mg > S > P$. Quanto aos micronutrientes a quantidade absorvida de ferro foi sempre maior, enquanto que a de cobre menor.

c) Considerando-se os quatro estádios de desenvolvimento da planta, a absorção de nutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: folhas > caules > raízes, com exceção do primeiro estágio em que foi: raízes > folhas > caules.

d) A taxa diária de absorção de macronutrientes foi mais intensa no período compreendido entre 204 e 214 dias, excetuando-se a absorção de nitrogênio que teve um acúmulo máximo entre 167 e 203 dias, constituindo este período o mais crítico de exigência deste nutriente pela planta.

6. LITERATURA CITADA

ADAMOV, P.E., 1976. [The nitrogen, phosphorus and potassium content in vine grafts in relation to mineral nutrition]. Trudy Kishinev. S. - Kh. In - t, 168:3-10. Apud: Hort. Abstr. 48(3):123, 1978.

AHMEDULLAH, M. e D.F.MAYER, 1980. Symptoms of grape disorders in Washington. Washington, Washington State University Extension. 5 p. (Bulletin 0722).

ALEXANDER, D.Mc. E.eR.C.WOODHAM, 1970. Chemical composition of leaf tissues of Sultana vines grow in nutrient solutions deficient in macro-elements. Vitis, Alemanha Federal, 9 (3):207-217.

ASKEW, H.O., 1944. A case of combined K and B deficiencies in grapes. N.Z.J. Sci. & Technol., Nova Zelandia, 26:146-152.

- BATAGLIA, O.C.; J.P.F.TEIXEIRA; P.R.FURLANI ; A.M.C.FURLANI e J.R.GALLO , 1978. Análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônômico. 31 p. (Circular, 87).
- BEATTIE, J.M. e C.G.FORSHEY, 1954. A survey of the nutrient element status of Concord grapes in Ohio. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Michigan, 64:21-28.
- BERGMAN, E.L.; A.L.KENWORTHY; S.T.BASS e E.J.BENNE , 1958. A comparison between petiole and stem analysis of Concord grapes. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph , Michigan, 71:177-182.
- BERGMAN, E.L.; A.L.KENWORTHY; S.T.BASS e E.J.BENNE , 1960 . Growth of Concord grapes in sand cultures as related to various levels of essential nutrient elements. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Michigan, 75:329-340.
- BEYERS, E., 1962. Diagnostic leaf analysis for deciduous fruit. S. Afr. J. Agric. Sci., 5(2):315-329.
- BIESALSKI, E.; R.MAATSCH e F.E.BENARY, 1957. Pflanzenfarbenatlas. Für Garfenban, Landwirtschaft und Forstwesen mit Farbzeichen nach DIN 6164. Göttingen, Musterschmidt-Verlag. 31 p. 31 tab.

- BINDRA, A.S.; S.S.BRAR e A.S.REHALIA, 1979. Seasonal variation of Mineral Nutrients in grapevines. Indian J. Agric. Res., 13(4):221-224.
- BOSWELL, F.S.; R.P.LANE e K.OLKI, 1980. Field studies with boron on Muscadine grapes. Commun. Soil Sci. & Plant Anal., New York, 11(2):201-207.
- BOYNTON, D., 1945. Potassium deficiency in a New York grape vineyard. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Michigan, 46:246-248.
- BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1982. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro. 904 p.
- BRUNSTETTER, B.C.; A.T.MYERS; I.W.DIX e C.A. MAGOON, 1939. A quantitative survey of eight mineral elements by a spectrographic method and of total nitrogen in young leaves of twenty-five varieties of american grapes. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Michigan, 37:635-638.
- BRUZAU, F.; C.JUSTE e R.POUGET, 1968. Mise en évidence d'une carence en calcium chez la vigne cultivée en solution nutritive. C.R. Acad. Sci., Paris, 266:116-118.

- BRYANT, L.R.; W.J.CLORE e C.G.WOODBRIDGE, 1959. Factors affecting yields of Concord grapes and petiole composition in some vineyards in the Yakima Valley. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Michigan, 73:151-155.
- BUCHER, R., 1975. [The extent of macro- and micronutrient extraction by grapevines, determined in a 9 year field trial; comparison of the values with the results of other workers]. Die Höhe des Nährstoffentzuges an Makro- und Mikronährstoffen durch Reben ermittelt an einem 9 - jährigen Feldversuch; Vergleich der Entzugswerte mit Ergebnissen anderer Versuchsansteller. Weinberg und Keller , 22(5) : 201 - 220. Apud: Hort. Abstr. 46(3):185-186, 1976.
- BUYANOVICH, N.A., 1977. [Accumulation and translocation of the major elements in grapevine organs]. Sadovodstvo, Vinogradarstvo i Vinodelie Moldavii , 8:19-21. Apud: Hort. Abstr. 48(11):859, 1978.
- CAVAZZA, D., 1934. Viticultura. 2a. ed. Torino, Editrice Torinese. 814 p.
- CHRISTENSEN, L.P.; A.N.KASIMATIS e F.L.JENSEN, 1978. Grapevine nutrition and fertilization the San Joaquin Valley. Berkeley, University of California, Division of Agricultural Sciences. 40 p. (Priced publication, 4987).

CONDEI, G. e F.DUMITRESCU, 1968. [A contribution to the determination of the nutrient requirements of vines and the equilibrium between the major elements]. Contribuți^u la determinarea nevoi^u de hrană a vitei de vie si a echilibrului dintre principalele elemente de nutritie minerală (macroelemente). An. Inst. Vitic. Vinif., 1:199 - - 214. Apud: Hort. Abstr. 40(1):95, 1970.

COOK, J.A.; C.D.LYNN e J.J.KISSLER, 1960. Boron deficiency in California vineyards. Am. J. Enol. and Vit., 11(4):185-194.

COOK, J.A., 1966. Grape Nutrition. In: CHILDERS, N.F., ed. Nutrition of fruit crops tropical, Sub-tropical, temperate tree and small fruits. New Jersey, Somerset Press. p. 777-812.

COOK, J.A.; R.W.WARD e S.A.WICKS, 1983. Phosphorus deficiency in California vineyards. Calif. Agric., California, 37(5/6): 16-18.

CUMMINGS, G.A.; A.S.FISH; W.B.NESBITT e V.H.UNDERWOOD, 1973. The influence of mineral nutrition and time of year upon the elemental concentration of Muscadine grapes (*Vitis rotundifolia*). Commun. Soil Sci & Plant Anal., New York, 4(3):211-218.

- DANAILOV, B., 1981. Sur la teneur en potasse des feuilles de vigne et sur la fumure de potasse. Vitis, Alemanha Federal, 20(1):51.
- DECHEN, A.R., 1979. Acúmulo de nutrientes pela videira (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.) cv. 'Niagara Rosada', durante um ciclo vegetativo. Piracicaba, ESALQ /USP , 133 p. (Dissertação de Mestrado).
- DELAS, J. e R.POUGET, 1979. Influence du greffage sur la nutrition minerale de la vigne. Consequences sur la fertilisation. Connaissance Vigne Vin, 13(4):241-261.
- DELMAS, J., 1964. Comportement de *Vitis vinifera* , variété 'Merlot', soumise à différents types d'alimentation minerale sur sable en milieu contrôlé. C.R. Acad. Sci., Paris, 259:3596-3599.
- DELMAS, J., 1971. Recherches sur la nutrition minérale de la vigne, *Vitis vinifera* var. Merlot, en aquiculture. Bordeaux, Universidade de Bordeaux I. 266 p. (Tese de Doutorado em Ciências Naturais).
- DELMAS, J., 1976. Investigaciones en la nutrición de la vid Acción del potasio (Recherches sur la nutrition minérale de la vigne. Action du potassium). Revista de la Potasa, Berna, Seccion 29, n. 10:3-4.

DEPARDON, L. e P.BURON, 1954. Au sujet du diagnostic foliaire de la vigne. Cas particulier de la potasse. C. R. Acad. Agr. Fr., Paris, 40:652-656.

EPSTEIN, E., 1975. Nutrição mineral das plantas, princípios e perspectivas. Tradução e notas de E.Malavolta. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, São Paulo. Ed. Univ. São Paulo. 341 p.

FAO, 1981. Production Yearbook. Rome. 306 p.

FREGONI, M. e A.SCIENZA, 1976. [Microelement nutrition in various Italian vine growing regions]. Aspetti della micronutrizione di alcune zone viticole italiane. Vignevini, Piacenza, 3(1):5-8. Apud: Hort. Abstr. 46(12):937, 1976.

FREGONI, M., 1977. [The importance of boron in grapevine nutrition]. Importanza del boro nella nutrizione della vite. Vignevini, Piacenza, 4(6/7):35-37. Apud: Hort. Abstr. 48(3):198, 1978.

FREGONI, M. e A.SCIENZA, 1977. [Arrossamenti ed imbrunimenti delle foglie di vite da potassio carenza: diagnosi, effetti e terapia]. Enrojecimiento y flavescencia de las hojas de vid debido a la carencia de potasio: diagnosis, consecuencias y terapia. Revista de la Potasa, Berna, Sección 23, nº 3:1-7.

GALLO, J.R. e A.S.OLIVEIRA, 1960. Variações sazonais na composição mineral de folhas de videira e efeitos do porta-enxerto e da presença de frutos. Bragantia, Campinas, 19:883 -889.

GALLO, R.J. e W.C.RIBAS, 1962. Análise foliar de diferentes combinações enxerto-cavalo, para dez variedades de videira. Bragantia, Campinas, 21:397-410.

GÄRTEL, W., 1962. Importancia de los Elementos traza en viticultura. Landw, Forsch, Sonderh., 16:121-125; 130-132.

GOBBATO, C., 1922. Manual do Viti-Vinicultor Brasileiro. 2a. ed., Porto Alegre, Oficinas Gráficas da Escola de Engenharia. 356 p.

GODOY, H.J.; G.F.KOCHER e H.I.MUÑOZ, 1971. Efecto de niveles crecientes de calcio en el contenido foliar de boro y magnesio en plantas de vid de la variedad Sultanina. Agricultura Técnica, Santiago, 31(1):33-40.

GONZALO GIL, S.; S.J.RODRIGUEZ; M.S.GONZÁLEZ; F.D. SUÁREZ e H.URZÚA, 1973. Evolución estacional de nutrientes minerales en hojas de vid (*Vitis vinifera* L.). Agricultura Técnica, Santiago, 33(2):45-53.

- GUILLOT, R., 1961. [There are different type of leaf reddening].
Il y a rougeau et rougeau. Progr. Agric. Vitic., 156:12-17.
Apud: Hort. Abstr. 32(1):85, 1962.
- HAGLER, T.B. e L.E.SCOTT, 1949. Nutrient - Element Deficiency
Symptoms of Muscadine Grapes in Sand Culture. Amer. Soc.
Hort. Sci. Proc., St. Joseph, Michigan, 53:247-252.
- HERNANDO, V. e J.MENDIOLA, 1965. Estudio de la nutricion mineral
en viñedos de Ciudad Real. An. Edafol. & Agrobiol. Espan-
ha, 24:193-203.
- HIROCE, R.; J.R.GALLO e W.C.RIBAS, 1970. Efeitos de dez dife-
rentes cavalos de videira na composição foliar da copa do
cultivar 'Seibel 2'. Bragantia, Campinas, 29:XXI-XXIV.
- HIROCE, R., e M.M.TERRA, 1983. Teores de macronutrientes em
pecíolo e limbo da videira 'Niagara Rosada'. In: VII Con-
gresso Brasileiro de Fruticultura, Florianópolis - SC ,
p. 52. (Resumos)
- HOAGLAND, D.R. e D.I.ARNON, 1950. The water-culture method
for growing plants without soil. Berkeley , California
Agricultural Experiment Station. 32 p. (Circular, 347).

- HONDA, N.; M.OKAZAKI; S.FUJIWARA; H.NAKAO e K.SHIBUKUWA, 1971. Seasonal variation of the content of major nutritional elements in leaves of Muscat Bailey A. Sci. Rep. Fac. Agric., Okayama, 46(3):27-41.
- IANNINI, B. e E.EGGER, 1972. Influenza esercitata da dosi crescenti di azoto sullo sviluppo della vite allevata in coltura idroponica. Riv. di Vitic. e di Enol., Conegliano, 25:529-537.
- INGLEZ DE SOUSA, J.S., 1959. Mutações somáticas na videira Niagara. Bragantia. Campinas, 18:387-415. (Nota, 27).
- INGLEZ DE SOUSA, J.S., 1969. Uvas para o Brasil. São Paulo, Edições Melhoramentos. 456 p.
- JACOB, A. e UEXKÜLL, H.V., 1966. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. 3a. ed. Wageningen, H. Veenman e Zonen N.V. 626 p.
- JACOBSON, L., 1951. Maintenance of iron supply in nutrient solutions by a single addition of ferric potassium ethylenediamine tetra-acetate. Pl. Physiol., 26:411-413.
- JUSTE, C., 1970. Actions toxiques des oligo-éléments. Annales Agronomiques, 21(5):549-571.

KOBAYASHI, A.; T.HOSOI e R.ISODA, 1955. Growth and yield of grapes as related to the concentrations of nitrogen, phosphoric acid and potassium in sand culture. J. Hort. Ass. Japan, 23:214-220. Apud: Hort. Abstr. 25(4):551, 1955.

KUNIYUKI, H.; M.M.TERRA; R.HIROCE e A.S.COSTA, 1982. Clorose das folhas e escurecimento interno dos frutos de videira associados à deficiência de boro. Summa Phytopathologica, Campinas, 8(1/2):27-29.

LAGATU, H. e L.MAUMÉ, 1932. [The necessity for potash in the vineyard]. Un cas d'absolue nécessité d'engrais potassique. Progr. Agric. Vitic., 49:576-581. Apud: Hort. Abstr. 3(1):22, 1933.

LALATTA, F., 1978. La fertilizzazione nell'arboricoltura da frutto. Bologna, Edizioni Agricole. 138 p.

LAVÍN, A.A.; L.P.MORANDÉ e M.B.RAZETO, 1975. Prospección nutricional en 72 viñedos de secano cultivar 'País', del Departamento de Cauquenes. Agricultura Técnica, Santiago, 35(4):178-185.

LELAKIS, M.P., 1958. Sur un nouvel optimum experimental de l'alimentation de la vigne déterminé par la diagnostic foliaire basé sur l'analyse des feuilles prélevées au niveau des grappes (4^e et 5^e noeuds). C.R. Acad. Agric. Fr., Paris, 44:221-224.

- MAEDA, J.A., 1982. Germinação e Dormência de Sementes de *Vitis vinifera*. Campinas, UNICAMP, 124 p. (Dissertação de Mestrado).
- MALAVOLTA, E., 1976. Manual de Química Agrícola. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. 528 p.
- MAROCKE, R.; J.BALTHAZARD e G.CORRÈGE, 1976. Exportations en éléments fertilisants des principaux cépages cultivés en Alsace. C.R. Acad. Agric. Fr., Paris, 62:420-429.
- MAUMÉ, L. e J.DULAC, 1948. Nouvelles observations sur la nutrition de la vigne controlée par l'analyse chimique de la feuille. C.R. Acad. Agric. Fr., Paris, 34:861-864.
- MICHARD, P., 1944. Plantation et Culture de la Vigne. France, Flammarion et C^{ie}, éditeurs. 135 p.
- PEREIRA, F.M.; R.HIROCE; T.IGUE e J.C. DE OLIVEIRA, 1976. Pegamento, desenvolvimento e extração de macronutrientes de cinco diferentes porta-enxertos de videira. Bragantia, Campinas, 35(1):XLVII - LIV.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental. 7a. ed. São Paulo, Livraria Nobel S.A. 430 p.

- POUGET, R. e J.DELAS, 1982. Interaction entre le greffon et le porte-greffe chez la vigne. Application de la méthode des greffages réciproques à l'étude de la nutrition minérale. Revue d'Agronomie, 2(3):231-242.
- REFATTI, E., 1971. [Nutritional deficiencies of the vine]. Le carenze nutrizionali della vite. Informatore fitopatologico, Milan, 21(15/16):3-13. Apud: Hort. Abstr. 42(2):421, 1972.
- RIBEREAU - GAYON, J. e E.PEYNAUD, 1971. Traité d'ampélogie, sciences et techniques de la vigne. Paris, Dunod, V.1.
- RODRIGUES, S.J.; S.G.GIL; E.CALLEJAS; S.H.URZÚA e F.D.SUÁREZ, 1974. Absorción de nutrientes minerales por la vid cv. 'Cabernet Sauvignon' durante una estación de desarrollo y su distribución en los órganos aéreos. Ciencia e Investigación Agraria, Santiago, 1(2):98-105.
- RYSER, J.P., 1982. Vers l'utilisation pratique du diagnostic foliaire en viticulture et en arboriculture. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hort., Suíça, 14(1):49-54.
- SAINI, S.S. e R.N.SINGH, 1975. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the nutritional status of young vines. Haryana Journal of Horticultural Sciences, 4(1/2):1-10. Apud: Hort. Abstr. 47(3):223-224, 1977.

- SANGHAVI, K.U. e G.S.NIJJAR , 1978. Effect of factorial combinations of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and quality of Himrod grape. Punjab Horticultural Journal, Ludhiana, 18(1/2):48-52. Apud: Hort. Abstr. 50(5):237, 1980.
- SANTOS NETO, J.R.A., 1973. A cultura da videira. Campinas, Instituto Agronômico. 41 p. (Boletim, 203).
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto de Economia Agrícola, 1982. Prognóstico 82/83. 255 p.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento , 1983. Programa Paulista de Fruticultura de Clima Temperado. 97p.
- SÁROSI, M., 1965. [Studies in Hungary on the control of vine nutrition by foliar analysis]. Untersuchungen Zur Kontrolle der Ernährung der reben durch blattanalyse in Ungarn. Mitt. Klosterneuburg, Ser. A., 15 A: 51- 62. Apud: Hort. Abstr. 35(4):795, 1965.
- SÁROSI, D. e F.KIRÁLY, 1973. [Results of a large scale foliar fertilizer trial with the micronutrients boron and zinc followed by leaf analysis in grapevines]. Bór és cink mikrotápanyaggal végzett, levélelemzéssel kísért, nagyüzemi permettrá gyázási kísérlet eredményei szőlőben. Szőlő- és Gyümölastermesztés, 7:75-103. Apud: Hort. Abstr. 44(8):492, 1974.

- SCIENZA, A. e H.DÜRING, 1980. Nitrogen supply and water relations in grapevines. Vitis, Alemanha Federal, 19 (4): 301-307.
- SCOTT, L.E., 1941. An instance of boron deficiency in the grape under field conditions. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Michigan, 38: 375-378.
- SHAULIS, N. e K.KIMBALL, 1956. The association of nutrient composition of Concord grape petioles with deficiency symptoms, growth and yield. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Michigan, 68: 141-156.
- SMITH, C.B.; H.K.FLEMING e H.J.POORBAUGH, 1957. The nutritional status of Concord grape vines in Erie Country, Pennsylvania as indicated by petiole and soil analysis. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 70: 189-196.
- STANIMIROVIĆ, P., 1968. [The use of foliar diagnosis for determining the nutrient requirements of vines]. Primena folijarne dijagnose u cilju utvrdivanja potreba vinove loze u hranljivim; elementima. Zborn. Inst. Vinogr. Voć. Sremki Karlovci, 1(1):49-61. Apud: Hort. Abstr. 40(3):717, 1970.
- STOEV, K. e A.BAD"R, 1978. [Characteristics of nitrogen and mineral substance translocation in the grapevine]. Gradinarska i Lozarska Nauka, Pleven, 15(3/4):95-109. Apud: Hort. Abstr. 50(3):152, 1980.

- TAKESHITA, O.; M.KURANAKA; S.SAWADA e H.MURAKAMI, 1975. [Nutritional diagnosis of Delaware vines bearing GA - induced grapes in the coastal sandy area of Shimane Prefecture. 3. Correlations between vine growth, yield, grape quality, leaf mineral content and soil properties]. Bulletin of the Shimane Agricultural Experiment Station, Izumo, Shimane, 13:43-110. Apud: Hort. Abstr. 48(3):197, 1978.
- ULRICH, A., 1943. Plant analysis as a diagnostic procedure. Soil Sci., 55:101-112.
- VALENZUELA, J.B. e R.G.SEPÚLVEDA, 1977. Exceso de boro en viñedos del Valle de Elqui. Agricultura Técnica, Santiago, 37(2):93-96.
- VERMA, H.S. e G.S.NIJJAR, 1978. Response surface studies on the effects of N, P and K fertilizers on vine growth, yield and fruit quality. J. Hort. Sci., Ludhiana, 53(3):163-166.
- VERONA, O., 1958. Boro e vite. In: L'Agricoltura Italiana, 58(13 N.S) : 369-386.
- VETTORI, M., 1954. Nota sulla concimazione della vite guidata dalla "diagnostica fogliare". Riv. di Vitic. e di Enol., Conegliano, 7(1):3-11.

VOLK, A., 1938. [The influence of nutrition and water supply on the maturity of the wood and root formation in grape vines]. Einfluss von Ernährung und Wasserver sorgung auf Holzreife und Wurzelbildung der Rebe. Ernähr P.A., 34:338-346. Apud: Hort. Abstr. 9(1):27-28, 1939.

WEAVER, R.J., 1976. Grape Growing. New York, John Wiley & Sons, Inc. 371 p.

WINKLER, A.J., 1965. General Viticulture, 2a. ed. Berkeley, University of California. 633 p.

WOODBIDGE, C.G. e W.J.CLORE, 1965. A black-leaf condition of Concord grapes in Washington. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Michigan, 86:313-320.