**CORRELAÇÕES ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE
NUTRIENTES NAS FOLHAS DE *Citrus sinensis* (L.) Osbeck E *Citrus*
sinensis X *Citrus reticulata* COM ALGUMAS CARACTERÍSTICAS
DO LATOSSOL VERMELHO AMARELO FASE ARENOSA
E LATOSSOL VERMELHO ESCURO-ORTO.**

FERNANDO JOSÉ HASS

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro, 1980

para

Elizabeth Alice

Tatiana Elisa

Tamara Cristina

dedico

AGRADECIMENTOS

José Guilherme Hass

Maria Aparecida Alborguete Hass

Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

Prof. Dr. Gilberto Diniz de Oliveira

Engº Agrº Bernardo Lorena Netto

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

ICASA - Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1. Caracterização do local	16
3.2. Variedades amostradas	18
3.3. Seleção das áreas	19
3.4. Análise química e granulométrica dos solos	20
3.5. Análise química das folhas	22
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	24
4.1. Interpretação global das análises de solos e folhas	24
4.1.1. Distribuição em frequências	24
4.1.1.1. Índice pH	24
4.1.1.2. Capacidade de troca de cátions	25
4.1.1.3. Saturação em bases	25
4.1.2. Interpretação global dos níveis de fósforo, potássio, cálcio e magnésio dos solos e folhas ..	28
4.1.2.1. Fósforo	28
4.1.2.2. Potássio	28
4.1.2.3. Cálcio	32
4.1.2.4. Magnésio	32

4.1.3. Interpretação global dos níveis de ferro, manganês, cobre e zinco dos solos e folhas	32
4.1.3.1. Ferro	32
4.1.3.2. Manganês	33
4.1.3.3. Cobre	33
4.1.3.4. Zinco	33
4.2. Concentração de nutrientes nas folhas em função das frações granulométricas dos solos	35
4.2.1. Nitrogênio, fósforo e potássio	35
4.2.2. Cálcio, magnésio e enxofre	36
4.2.3. Ferro, manganês e sódio	36
4.2.4. Cobre e zinco	42
4.2.5. Boro	43
4.3. Concentração de elementos nos solos em função do pH	44
4.4. Concentração de nutrientes nas folhas em função do pH do solo	45
4.4.1. Cálcio e magnésio	45
4.4.2. Nitrogênio, fósforo e potássio	45
4.4.3. Ferro, boro e sódio	45
4.5. Concentração de nutrientes nas folhas em função da matéria orgânica dos solos	48
4.6. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de fósforo solúvel dos solos	50
4.6.1. Fósforo	50
4.6.2. Cálcio, magnésio e enxofre	51

4.6.3. Zinco e boro	51
4.7. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de potássio trocável dos solos	54
4.7.1. Fósforo e potássio	54
4.7.2. Cálcio e magnésio	54
4.7.3. Cobre e boro	54
4.8. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de cálcio trocável dos solos	57
4.8.1. Potássio, cobre e zinco	57
4.8.2. Nitrogênio	57
4.8.3. Cálcio	57
4.9. Concentração de nutrientes nas folhas em função do magnésio trocável dos solos	60
4.9.1. Nitrogênio, fósforo e potássio	60
4.9.2. Magnésio	60
4.9.3. Cálcio e manganês	61
4.10. Concentração de nutrientes nas folhas em função das relações cálcio/magnésio, magnésio/potássio e cálcio/potássio dos solos	63
4.11. Concentração de nutrientes nas folhas em função do teor de sódio disponível dos solos	65
4.11.1. Potássio, cálcio, magnésio e zinco	65
4.11.2. Ferro e manganês	65
4.11.3. Nitrogênio, fósforo, boro e sódio	65
4.12. Concentração de nutrientes nas folhas em função do teor de ferro disponível dos solos	68

4.12.1. Cálcio, enxofre e ferro	68
4.13. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores disponíveis de manganês dos solos	70
4.13.1. Potássio, manganês, cobre e boro	70
4.14. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de cobre disponível dos solos	72
4.14.1. Cobre	72
4.14.2. Nitrogênio, fósforo e sódio	72
4.15. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de zinco disponível dos solos	74
4.15.1. Zinco	74
4.15.2. Potássio, cobre, cálcio, manganês e ferro	75
5. CONCLUSÕES	77
BIBLIOGRAFIA	79
APÊNDICE	92

CORRELAÇÕES ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS DE *Citrus sinensis* (L.) Osbeck e *Citrus sinensis* x *Citrus reticulata* COM ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO LATOSSOL VERMELHO AMARELO FASE ARENOSA E LATOSSOL VERMELHO ESCURO-ORTO

Candidato: Fernando José Hass

Orientador: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

RESUMO

Em pomares cítricos contendo as cultivares Pera, Valência, Hamlim, Natal (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) e Tangor Murcott (*Citrus sinensis* x *Citrus reticulata*), enxertados em limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck), correspondendo a 626,8 hectares na Região oeste do Estado de São Paulo, foram coletadas 78 amostras de solos e suas correspondentes foliares.

Os solos apresentaram-se com média fertilidade, ocorrendo 64,1% das análises na faixa de pH entre 5,5 e 6,5; com capacidades de troca de cátions entre 4 a 7 e.mg/100 ml e estando 44,9% das amostras com mais de 70% em saturação de bases.

Os resultados mostraram que as concentrações foliares:

- nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre, zinco e boro apresentaram correlações com as funções granulométricas dos solos.
- nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, boro e sódio apresentaram correlações com o pH dos solos.

- fósforo, magnésio, manganês e sódio correlacionaram-se positivamente com seus correspondentes nos solos.

- potássio, cálcio e ferro não apresentaram correlações com os seus correspondentes nos solos.

- cobre e zinco apresentaram correlações negativas com seus correspondentes nos solos.

CORRELATION BETWEEN NUTRIENTS CONCENTRATIONS IN CITRUS LEAVES
AND SOIL ANALYSIS

Candidate: Fernando José Hass

Adviser: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

SUMMARY

On a citrus area (628.6 ha.) at the east side of the State of São Paulo, Brazil, 78 composite leave samples were taken from trees (*Citrus sinensis* L. Osbeck and *Citrus sinensis* x *Citrus reticulata* grafted on *Citrus limonia* Osbeck). The same number of soil samples were analysed for the diverse elements by laboratory conventional methods.

The soils presents a medium fertility and were classified as a Latossol Vermelho Amarelo-orto and Latossol Vermelho Amarelo-fase arenosa. The soils are classified by U. S. soil taxonomy as Ustox or Orthox.

The following correlations were observed between leave analysis and soil determinations:

1. Sand (0.2 - 2.0 mm.) - negative correlation: Ca, Mg, Cu
no correlation: N, P, K, S, Fe, Mn, Zn, B, Na
2. Sand (0.02 - 0.2 mm.) - positive correlation: N, P, Cu
negative correlation: Ca, Mg, Zn
no correlation: K, S, Fe, Mn, B, Na

3. Silt - positive correlation: Cu, B, Zn
negative correlation: Mg
no correlation: N, P, K, Cu, S, Fe, Mn, Na
4. Clay - positive correlation: Cu, Mg, B, Zn
negative correlation: N, P, Cu
no correlation: K, S, Fe, Mn, Na
5. Leaf concentrations in P, Mg, Mn, Na presents positive correlation with P, Mg, Mn, and Na contents in the soils
6. Leaf concentrations in K, Ca and Fe presents no correlations with K, Ca, Fe contents in the soils
7. Leaf concentration in Cu, Zn presents negative correlations with Cu and Zn contents in the soils.

1. INTRODUÇÃO

As análises químicas e granulométricas de solo e a diagnose foliar são alguns dos recursos disponíveis para a aferição do estado nutricional e das necessidades de fertilizantes para as culturas.

ULRICH (1943) equacionou os fatores que afetam a composição da planta do seguinte modo:

$$y = f(s, cl, e, p, pc, \dots)$$

onde

y = concentração do elemento na planta

s = solo ou adubação

cl = clima

e = época

p = planta

pc = práticas culturais

Por ser uma equação de resolução impossível, para os trabalhos de nutrição, pode-se transformá-la em função de um único fator, tornando constante os demais.

Tal como na equação de Ulrich, as amostras coletadas em condições de campo são influenciadas pela impossibilidade de se eliminar os inúmeros fatores que interferem na composição da planta.

Com base nesta premissa, procurou-se coletar o maior número possível de amostras de solos e suas correspondentes foliares de pomares cítricos (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck e *Citrus sinensis* x *Citrus reticulata*) em condições de campo, permitindo-se a realização de todos os tratos culturais normalmente executados.

Os objetivos do trabalho foram:

- observar as variações das concentrações de nutrientes nas folhas com relação às frações granulométricas dos solos;
- verificar as correlações entre as concentrações dos nutrientes nas folhas e nos solos;
- estudar as interações existentes entre as concentrações de nutrientes nas folhas e as "análises de solos".

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A determinação de concentração ótima de cada elemento nas folhas depende de inúmeros fatores. GALLO *et alii* (1960) no Brasil demonstraram ser o porta-enxerto dos citros responsável pela extração dos elementos do solo, dada a diversidade de constituições genéticas, influenciando na composição em elementos nas folhas. A laranja 'Baianinha' apresentou níveis mais elevados em nitrogênio, fósforo e potássio que a laranja 'Pera' e esta mais elevados em cálcio e magnésio, independente do porta-enxerto e da idade da planta.

GALLO *et alii* (1960) no Brasil estudaram as folhas de laranjeira 'Baianinha', com referência à época de amostragem, concluindo que a idade das folhas foi o fator mais influente na composição inorgânica. As concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio produzidas no ciclo de primavera tenderam a decrescer com a idade. No mesmo experimento observaram que elevando-se a adubação potássica houve elevação das concentrações foliares de nitrogênio e potássio; fósforo não foi alterado, porém cálcio e magnésio foram reduzidos, havendo um pronunciado antagonismo entre potássio e magnésio em condições de campo.

HAAG e MALAVOLTA (1960) estudando a nutrição mineral de cafeeiro cultivado em solução nutritiva, verificaram que os teores de magnésio nas folhas decresciam devido à adição de doses excessivas de potássio na solução.

IGUE E GALLO (1960), no Brasil, estudaram deficiências de zinco em milho, verificando serem os teores de zinco nas folhas menores nos tratamentos contendo calagem.

MIRANDA (1960) no Brasil, estudou em 33 ensaios de adubação em milho a relação entre os teores de nitrogênio, fósforo e pH do solo, encontrando altos coeficientes de correlação entre a produção absoluta e a adubação fosfatada para os níveis de 60 a 120 kg/ha de P_2O_5 . A produção não se correlacionou com o pH do solo.

WOODRUFF *et alii* (1960) fornecendo excesso de potássio à soja, em solos, verificaram a tendência do elemento em deprimir as concentrações de cálcio e magnésio nas plantas. Sugerem ter sido ocasionada pela deficiência de boro nos solos e que a adubação potássica só poderia ser realizada em conjunto com a determinação da necessidade de boro.

MELLO (1962) no Brasil obteve relação potássio / magnésio negativa com altos coeficientes de correlação em folhas de algodoeiro, sugerindo uma forte ação inibidora do primeiro sobre a absorção do magnésio, uma vez que não foram feitas adubações magnesianas. Cita quatorze culturas nas quais foram observadas sentido negativo na relação potássio / magnésio.

DAMIGELLA e TRIBULATO (1972) na Itália, estudaram árvores de laranja cv Sanguinello Comum com idades de 25, 20 e 12 anos, que foram fertilizadas por três anos consecutivos nas dosagens equivalentes a nitrogênio em 162, 325 ou 650 kg/ha, aplicados de uma vez em abril ou metade em abril e metade no final de agosto. O tamanho dos frutos, acidez dos frutos e espessura da casca cresceram com o aumento de nitrogênio, mas as produções foram praticamente imutáveis. Não houve diferenças no parcelamento. Aumentando as dosagens de nitrogênio, aumentou o nitrogênio das folhas, mas diminuiu o conteúdo de fósforo.

HIROBE e OGAKI (1972) no Japão, realizaram em um pomar com solos altamente ácidos, aplicações de superfície de 400 kg/ha de cal viva ou 520 kg de $MgCO_3$ que elevaram o pH da superfície até uma profundidade de 25 cm, mas foram necessárias aplicações por quatro anos antes que ocorresse alguma melhoria no subsolo. As aplicações de corretivos reduziram os conteúdos de manganês nas folhas, de 152,7 - 229,1 até 81,0 - 102,8 ppm e aumentaram as produções de frutos duros com casca grossa.

AYOUB e MINESSY (1974) no Sudão estudaram a tolerância da "grapefruit" à presença de sais, concluindo que $NaCl + CaCl_2$ adicionados, reduziram o crescimento vegetativo, elevando as concentrações de sódio, cloro, cálcio e nitrogênio nas folhas.

BAR-AKIVA e HAMOU (1974) em Israel, realizaram um experimento de fertilizantes em um pomar de 'Valência' onde dois tipos de solos foram distinguidos: um areia franca e um franco argilo arenoso. A composição mineral das folhas e as características da qualidade dos

frutos diferiram significativamente nos dois tipos de solos, independentemente dos tratamentos com fertilizantes. Frutos no franco argilo arenoso foram grandes, com casca grossa, contendo mais ácidos totais e vitamina C no suco e foram menos afetados por uma desordem na casca ("creasing"). As folhas de tais árvores continham mais potássio e magnésio e menos cálcio e fósforo.

CHAVES *et alii* (1974) estudaram o estado nutricional das cultivares Navelino, "Washington Navel", Clementina e Valência Tardia, na Espanha, através de análises de folhas. A queda prematura de frutos foi associada às altas taxas de nitrogênio, especialmente quando aplicado antes da florada. Aumento de fósforo reduziu a incidência de quedas de frutos.

GARCIA MARTINEZ e MARTI (1974) na Espanha, estudaram a marcha de absorção de macroelementos em pomares de "Washington Navel" e Valência durante o ano. Foram observadas duas fases no ciclo nutritivo. A fase longa durou de outubro a maio e a fase curta de junho a setembro. A taxa de absorção durante a fase curta era duas a três vezes maior que na fase longa. A quantidade de nutrientes absorvidos foi na seguinte ordem decrescente: nitrogênio, cálcio, potássio, enxofre, magnésio e fósforo. As quantidades absorvidas para cada cultivar foram aproximadamente as mesmas.

GARGANTINI *et alii* (1970) realizaram levantamento no Estado de São Paulo, contendo de 80.935 amostras de solos, de acordo com os municípios de origem concluindo que: - cerca de 50% da área cultivada

do Estado de São Paulo apresentou problema de grande acidez, com pH sempre abaixo de 5,50, necessitando o emprego de corretivos dessa acidez, para um conveniente desenvolvimento e produção das culturas; - os teores de fósforo encontrados pelas análises das amostras de solo mostraram que aproximadamente 90% da área cultivada foram de solos bastante pobres nesse nutriente; - ao contrário do fósforo, cerca de 99% do Estado apresentou teor de médio a rico em potássio, enquanto somente pequeníssima porcentagem é que se mostrou pobre nesse elemento; - para cálcio + magnésio, observou-se que em apenas 20% da área os solos se mostraram ricos nesses elementos, enquanto outros 20% são pobres; - cerca de 80% da área apresentou teor em alumínio de até 0,50 e.mg por 100 gramas de solo seco.

GUARDIOLA *et alii* (1974) na Espanha, analisaram folhas maduras de "Washington Navel" que receberam doses de nitrogênio entre 0,2 e 1,8 kg/árvore e as folhas foram amostradas periodicamente por três anos. Os níveis foliares de nitrogênio não foram apreciavelmente afetados pelo aumento das doses de fertilizantes acima de 0,8 kg/árvore e não refletiram um decréscimo na produção associada com altas dosagens. As variações iniciais na concentração de nitrogênio nas folhas não refletiram as produções durante os anos. Análises de folhas foram úteis indicadores do nível de nitrogênio quando as amostras foram colhidas entre maio e setembro; folhas de ramos frutíferos foram mais sensíveis que ramos não frutíferos. O mínimo nas folhas com 5 - 7 meses compatíveis com ótimas produções estiveram entre 2,2 - 2,3% para ramos frutíferos e 2,7 - 2,8% para ramos não frutíferos.

KAZAK e KHALIDY (1974) no Líbano, em experimentos em pomares com "Navel orange" em produções, compararam os efeitos dos seguintes tratamentos foliares: $Mg(NO_3)_2$ a 1,22% aplicados em 1 e 31 de maio; KNO_3 a 3,66% aplicados nas mesmas datas; ou $Mg(NO_3)_2$ em 1 de maio seguido de KNO_3 em 31 de maio a 1,22 e 3,66%, respectivamente. Os conteúdos foliares de magnésio (amostrados no começo de setembro foram elevados com pulverizações de $Mg(NO_3)_2$ sozinho, mas o conteúdo de potássio não foi afetado pelas pulverizações de KNO_3 . Em um pomar o magnésio foliar foi reduzido por KNO_3 mesmo após pulverizações com $Mg(NO_3)_2$ e em ambos os pomares o potássio nas folhas foi ligeiramente reduzido por $Mg(NO_3)_2$.

LABAMAUSKAS e BITTERS (1974) nos Estados Unidos da América, compararam os efeitos de cinco cultivares de *Poncirus trifoliata* denominadas "Rubidoux A e B", "English small", "Benecka" e "Jacobson", usados como porta-enxertos na composição química de folhas de 'Valência'. Laranja doce foi usada como testemunha de porta-enxertos. Houve grandes diferenças nos níveis foliares de nitrogênio, potássio e cálcio nos diferentes porta-enxertos, mas eles estavam todos dentro dos níveis ótimos para citros. As concentrações de cloro e boro foram inferiores nas árvores com laranja doce. Os diferentes porta-enxertos tiveram ligeiras diferenças em fósforo, magnésio, sódio, zinco e manganês.

MANCHANDA (1974) na Índia, analisou as folhas de laranja doce (*Citros sinensis* (L.) Osbeck) que foram pulverizadas com zinco, cobre, manganês ou ferro e com diferentes combinações de zinco com os outros três elementos, como sulfatos a 0,5%. Todos os tratamentos

aumentaram as concentrações das folhas nos elementos aplicados, sem ter havido significativos efeitos antagônicos nos outros níveis de micronutrientes. Ferro foliar foi também aumentado por pulverizações de zinco e manganês, mas não por zinco + manganês. O nitrogênio foliar não foi afetado mas o fósforo foi aumentado por manganês e zinco + cobre + ferro e diminuiu por zinco + ferro e zinco. A concentração de potássio de cre sc eu por zinco + cobre + manganês.

MOSS e HIGGINS (1974) na Austrália, em experimento em estufa, os frutos produzidos em colheitas de três estações de cv "Washington Navel", crescendo em areia, com alto e baixo magnésio em so lu ções nutritivas foram comparados com uma testemunha (5,29, 0,37 e 1,62 e mg Mg^{++} /l). Alto magnésio reduziu a absorção de cálcio mas não de potássio, indicando antagonismo entre cálcio e magnésio. A absorção de fósforo foi reduzida em ambos, alto e baixo magnésio. As concentrações de magnésio foram 0,595; 0,178 e 0,392% nos tratamentos alto, baixo e testemunha. No campo os frutos de árvores de "Washington Navel" em limão azedo como porta-enxertos tiveram níveis ácidos que correlacionaram bem com potássio nas folhas e com a relação potássio + magnésio/cálcio. Os níveis de magnésio foram abaixo de 0,4%. Valência tardia em *Poncirus trifoliata* produziram frutos com altos níveis ácidos que foram correlacionados com altos níveis de magnésio nas folhas e também com a relação $(K + Mg)/Ca$.

NADIR (1974) no Marrocos estudando as variações dos conteúdos de micronutrientes nas folhas de citros, observou que zinco e cobre nas folhas decresceram com a idade das plantas enquanto que manganês

e boro aumentaram. Com uma nova brotação ou florada, os micronutrientes decresceram nas folhas velhas.

NADIR e GAGNAIRE (1974) no Marrocos estudaram as variações da composição mineral das folhas de laranja, segundo a posição e orientação das árvores, concluindo que as folhas de ramos frutíferos situados na face norte continham menos nitrogênio, fósforo e potássio que nas outras faces.

FAUSI e ORMROD (1975) no Canadá, estudando a nutrição de zinco em laranja doce usaram cinco soluções crescentes de 0 - 25 μ M Zn em solução nutriente adicionada à sílica em ambiente controlado, com temperatura de 20/15 e 30/25°C. Tanto a deficiência como a toxidez resultaram em cloroses e estacionaram o crescimento das plantas. O peso seco aumentou com o aumento de zinco de 1,0 e 5,0 μ M nas baixas e altas temperaturas respectivamente. Altas temperaturas aumentaram o zinco total do tecido. Alto e médio fornecimento de zinco reduziram a concentração de fósforo no tecido.

MIKABERIDZE (1975) estudou "seedlings" de laranjas em vasos com areia fornecendo potássio, cálcio e magnésio a 10, 20, 30 ou 60 e.mg/planta. Em todos os casos a concentração de cálcio nas folhas era proporcionalmente maior que potássio ou magnésio. O antagonismo entre estes elementos foi na seguinte ordem: magnésio/potássio contra cálcio; potássio/cálcio contra magnésio e cálcio/magnésio contra potássio.

NAGAI *et alii* (1975) no Brasil, estudaram as relações entre os nutrientes dosados em folhas de café, citros e milho, em quatro

tipos de solos, confirmando o antagonismo entre potássio e cálcio e entre potássio e magnésio. Cálcio e potássio mostraram antagonismo em café e sinergismo em folhas de citros. Nitrogênio e fósforo tiveram efeito sinérgico em café e antagônico em citros. O fósforo correlacionou positivamente com potássio nas três culturas.

REESE e KOO (1975) na Flórida (EUA) em experimentos de campo com 5 anos plantado em areia fina de Astatuk usando 'Hamlim', 'Pineapple' e 'Valência' em limão azedo (*Citrus jambhiri*) com quatro níveis de nitrogênio e potássio indicaram que altas doses de nitrogênio aumentaram a produção de frutos e sólidos solúveis. Um aumento na superfície foliar entre 1968 e 1974 foi relacionado com aplicações de nitrogênio mas não com potássio. A máxima produção respondida por nitrogênio em três cultivares foi alcançada com 202 kg/ha/ano. Hamlim mostrou a máxima produção com 167 kg/ha/ano, enquanto 'Pineapple' e Valência a 112 kg/ha/ano. Análises foliares mostraram que aumentando as aplicações de nitrogênio resultaram em aumento nos resultados foliares de nitrogênio e magnésio mas baixos fósforo e potássio. Aumento de potássio estavam associados com alto fósforo e potássio mas baixos cálcio e magnésio.

ASO e BUSTOS (1976) na Argentina após onze anos de estudos de adubação em pomares cítricos mostraram que aumentando as quantidades de sulfato de amônio de 250 para 1.200 gramas/árvore/ano, reduziu o pH do solo e cálcio, magnésio, potássio e sódio trocáveis em todas as camadas de solo até 60 cm de profundidade. As análises foliares não apresentaram efeitos apreciáveis nas concentrações de macronutrientes com os níveis nutricionais do solo.

DATUADZE (1976) estudou aplicações sistemáticas de fertilizantes minerais ácidos em solo virgem nos subtrópicos da Georgia reduziram o conteúdo de magnésio do solo o qual é naturalmente entre 10 - 30 mg de Mg^{++} /100 g solo. Quando o conteúdo decresceu a 8 - 10 $mgMg^{++}$ / 100 g, sintomas de deficiência de magnésio apareceram e o magnésio da folha declinou de 0,18 para 0,06% de matéria seca. Para bom desenvolvimento de árvore e altas produções o nível do solo deve ser 15 - 20 $mgMg^{++}$ /100 g. Combinações de magnésio e cálcio em árvores de tangerinas aumentaram a média de oito anos de produção em 22%.

GODZIASHVIC e GODZIASVIC (1976) na Georgia através das análises de solos e de folhas de chá, mostraram correlação entre potássio total da folha e o potássio disponível no solo. 10 - 15 mg de potássio trocável/100 g de solo e mais que 2% de potássio nas folhas são necessários para o desenvolvimento normal do chá, louro e tungue. Observaram que 5 mg de magnésio/100 g de solo equivalem a 0,3% de magnésio em folhas velhas de chá e citros.

KOEN *et alii* (1976) na África do Sul realizaram um experimento de sete anos com laranja 'Valência' em limão doce como porta-enxerto fornecendo uma adubação básica de superfosfato de 2,72 kg/pê/ano e cloreto de potássio a 1,82 kg/pê/ano, e os efeitos foram comparados com nitrogênio a 227 - 1135 g/pê como nitrato de potássio, aplicando uma só vez ao ano ou em doses parceladas. As produções mais altas foram obtidas com 680 g nitrogênio/árvore/ano; as mais altas aplicações reduziram as produções e a acidez do fruto aumentou. Parcelamento nas

aplicações não apresentou vantagem. Com o aumento de aplicações de nitrogênio o conteúdo das folhas foram elevados em nitrogênio e fósforo e potássio declinaram. As máximas produções foram associadas com 2,3 - 2,6% de nitrogênio nas folhas.

BACHA (1977) na Índia estudou laranjeiras com baixa produção e leves sintomas de deficiência de zinco e cobre que foram pulverizadas quatro vezes com 300 ppm de $ZnSO_4$ e/ou 250 ppm de $CuSO_4$ em cada dos anos sucessivos. No primeiro ano não ocorreu efeito na produção de frutos ou qualidade. No segundo ano os tratamentos cobre e zinco + cobre aumentaram o conteúdo de vitamina C das frutas de "Balady". A concentração de cobre nas folhas foi aumentada por pulverizações de cobre. Zinco foliar não foi determinado e os níveis de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e ferro geralmente não foram afetados.

REESE e KOO (1976); REESE e KOO (1977) nos Estados Unidos da América estudaram a influência da fertilidade e da irrigação em condições de campo nas análises de solo e de folhas de laranja "Temple" sobre Tangerina Cleópatra, com doses crescentes de nitrogênio e potássio (67 - 304 kg N e 56 - 253 kg K_2O /ha) e 127 kg P_2O_5 /ha após seis anos de dados, mostraram que houve aumento de produção na maior parte dos anos com o aumento das dosagens de nitrogênio e potássio. A adição de fósforo também aumentou a produção quando comparado com o tratamento sem fósforo. O nitrogênio fornecido resultou em concentrações foliares maiores em nitrogênio e magnésio, reduzindo fósforo, potássio e cálcio. As aplicações de fósforo aumentaram as concentrações de fósforo e cálcio

e reduziram potássio. As aplicações de potássio reduziram magnésio e aumentaram a concentração de potássio.

BROCHAT (1979) nos Estados Unidos da América correlacionou os níveis foliares de sálvia (*Salvia splendens*) com análises de solo, em condições de campo, observando correlações positivas entre os níveis de cálcio e magnésio em folhas com o pH do solo e negativas para fósforo, ferro e cobre. As concentrações foliares de fósforo, cálcio, cobre e zinco apresentaram correlações positivas com o fósforo do solo; manganês foi correlacionado negativamente. Com o potássio do solo, as concentrações foliares de nitrogênio, fósforo, cálcio, ferro, cobre e zinco correlacionaram-se negativamente; somente manganês foi positivo. Semelhantes correlações foram observadas com o teor de cálcio do solo.

MUZILLI *et alii* (1979) em experimentos com trigo observaram que a relação entre o potássio trocável no solo e o aumento de rendimento relativo da cultura foi expresso por uma equação quadrática que explicou 59% da variação total dos resultados. Nos solos com teores de potássio até 0,12 e.mg/100 ml os aumentos de produção foram proporcionais à dose aplicada. Em solos com teores acima de 0,12 e.mg/100 ml os efeitos da adubação potássica foram predominantemente negativos.

SANCHES (1979) no Brasil observou que a utilização constante de calcário dolomítico manteve os níveis de magnésio, de médio a alto^{1/} nos solos de pomares cítricos, enquanto que o cálcio oscilou

^{1/} Acima de 1,50 e.mg/100 ml).

entre médio a baixo^{1/}, sugerindo a necessidade de uso de calcário calcítico.

^{1/} menor que 4,00 e.mg/100.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização do local

O levantamento foi realizado em pomares cítricos situado na Região oeste do Estado de São Paulo, nos municípios de Casa Branca 21°46'S, 47°05'W; 717 m de altitude e Mogi Guaçu 22°22'S, 46°56'W; 588 m de altitude.

SETZER (1956) classifica o clima como mesotérmico Cwa sub-tropical úmido, com estiagem de inverno. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio, inferior a 18°C. O total das chuvas do mês mais seco não ultrapassa 30 mm. O índice pluviométrico varia entre 1.100 e 1.700 mm. A estação seca ocorre entre os meses de abril e setembro. O mês mais chuvoso está entre janeiro e fevereiro.

Os solos sob os pomares são predominantemente Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa e Latossol Vermelho Amarelo-orto. (Comissão de Solos do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960).

Os pomares foram adubados anualmente com 80 kg de N, 30 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O , por hectare, para as fases de crescimento (1 a 3 anos) e com 150 kg de N, 65 kg de P_2O_5 e 140 kg de K_2O , por hectare, após entrarem em produção, aplicadas em três vezes: outubro, janeiro e março.

3.2. Variedades amostradas

Foram amostradas plantas em produção das cultivares Pera, Valência, Hamlim, Natal (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) e Tangor Murcott (*Citrus sinensis* x *Citrus reticulata*), enxertadas em Limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck) com idades variáveis entre 5 a 8 anos, correspondendo à área total de 626,8 hectares, como mostrado a seguir.

Cultivares	Área (ha)	Número de amostras	Hectare/ amostra	Idades (anos)
Pera	208,2	25	8,3	5 a 8
Valência	158,0	17	9,3	6 a 8
Hamlim	103,7	14	7,4	6 a 8
Natal	102,1	11	9,3	6 a 8
Murcott	54,8	11	5,0	6 a 7

3.3. Seleção das áreas

As áreas foram distinguidas inicialmente através de levantamento superficial dos pomares, percorrendo-se os talhões e coletando-se pequenas porções de solo superficial, com distâncias variando de 100 a 200 m e numeradas em sequência. Percorreu-se também as diagonais com o mesmo procedimento.

Posteriormente estas porções foram sobrepostas ao esquema dos talhões e diferenciadas segundo os critérios: cor do solo e sensibilidade ao tato, unindo-se os pontos semelhantes. Estas áreas foram consideradas homogêneas. Procedeu-se a subdivisões quanto às cultivares e idades dos pomares. Todas as áreas possuíam menos que 10 ha de superfície. Manchas inferiores a 2 ha foram desprezadas.

3.4. *Análise química e granulométrica dos solos*

Em cada área selecionada foi colhida uma amostra superficial (0 - 20 cm de profundidade), com trado galvanizado, com um mínimo de 20 sub-amostras e armazenada em saco de polietileno. As amostragens de solo foram realizadas no centro da rua, segundo as recomendações de SANCHES (1979).

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e uniformizadas. Separadas em duas porções, sendo a primeira passada em peneira com 2 mm e destinadas à análise química e granulométrica; e a segunda em peneira de plástico com 1 mm, destinando-se às determinações de micronutrientes (MARINHO e IGUE, 1971).

A separação das frações areia grossa e fina, argila e limo foi realizada pelo "método de pipeta", modificado por GROHMANN (1975). As classes texturais foram determinadas de acordo com a adaptação da Comissão Permanente de Métodos de Trabalho de Campo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (1967).

Nas análises químicas foram determinados pH em água (relação 1:2,5); carbono total (C%); fósforo (PO_4^{---}) solúvel e os teores trocáveis de potássio (K^+); cálcio (Ca^{++}); magnésio (Mg^{++}); alumínio (Al^{+++}) e hidrogênio (H^+), expressos em equivalente miligrama por 100 mililitros de solo (VAN RAIJ e ZULLO, 1977). O hidrogênio foi extraído pelo acetato de cálcio 1 N e titulado com NaOH 0,025N. Para as determinações

de sódio foi utilizado o extrator de Melich^{1/} e a análise, por fotometria de chamas de emissão. Esse mesmo extrato serviu para se determinar as concentrações de ferro, manganês, cobre e zinco, por espectrofotometria de absorção atômica (The Perkin Elmer Corporation, 1971).

A capacidade de troca de cátions (CTC) foi calculada através da soma de: K + Ca + Mg + Na + H + Al e expressa em equivalente miligrama por 100 ml de solo.

A porcentagem de saturação em bases foi calculada através da fórmula

$$V\% = \frac{K + Ca + Mg + Na}{CTC} \times 100$$

^{1/} 50 ml HCl N + 25 ml H₂SO₄ 1 N + 925 ml H₂O.

3.5. *Análise química das folhas*

As amostras de folhas foram coletadas nas mesmas áreas selecionadas para os solos. Tendo sido realizada no período da manhã, aguardando um intervalo de 24 horas após a ocorrência de chuvas. Selecionou-se folhas maduras, com idade aproximada de 6 - 7 meses, provenientes da brotação de primavera, (entre fevereiro e março de 1980). Estabeleceu-se a 2^a ou 3^a folha de ramos frutíferos, na altura média das plantas, desprezando-se as folhas com sintomas de deficiências, com lesões mecânicas, biológicas ou mal formadas (GALLO, 1972). Em cada área coletou-se de vinte e cinco árvores ao acaso, quatro folhas por árvore, segundo os pontos cardeais (TRANI *et alii*, 1979).

As folhas, isentas de partículas grosseiras e sem umidade externa, foram acondicionadas em sacos de papel, conservadas à sombra e encaminhadas ao laboratório, onde foram lavadas rapidamente com solução diluída de detergente, solução 0,05 N de HCl e água desmineralizada. Depois de perderem a umidade externa à temperatura ambiente, foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 75^oC. Atingido o peso constante, o material foi moído e analisado para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, segundo os métodos descritos em SARRUGE e HAAG (1974) e sódio (The Perkin Elmer Corporation, 1971).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através de regressões lineares simples, para os modelos que se tornam lineares por anamorfose (HOFFMANN e VIEIRA, 1977), correlacionando as concentrações de nutrientes nas folhas em função das análises de solos.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Interpretação global das análises de solos e folhas

Procedeu-se à interpretação absoluta do conjunto de resultados de análises de solos e de folhas, levando-se em conta seu comportamento coletivo. Os parâmetros utilizados para as interpretações das análises de solo foram os descritos por CATANI *et alii* (1955) e para os micronutrientes seguiu-se os níveis adotados pela Agro Services International Inc. A interpretação dos resultados de análises foliares seguiu os níveis preconizados por RODRIGUES (1978). Nas tabelas I, II, III e IV são apresentados os níveis fornecidos, e se acham no apêndice.

4.1.1. Distribuição em frequências

4.1.1.1. Índice pH

O intervalo de variação para o índice pH oscilou entre 5,2 a 7,8, situando-se 64,1% das amostras na faixa de 5,5 a 6,5, a qual é considerada como de maior disponibilidade para a maioria dos nutrientes.

Observou-se que os pomares estudados estiveram melhor neutralizados que as áreas cultivadas do Estado de São Paulo, onde 47,3% apresentavam problemas de acidez, com índices pH inferiores a 5,5 segundo os dados verificados por GARGANTINI *et alii* (1970). A figura 1.a ilustra as frequências de pH nos solos dos pomares estudados.

Os índices mais altos de pH ocorreram nos solos mais argilosos, enquanto que os arenosos foram os mais ácidos. Houve correlação positiva entre pH e a fração argila, enquanto que para areia fina a correlação foi negativa. A figura 2 apresenta as equações obtidas.

4.1.1.2. Capacidade de troca de cátions

A capacidade de troca de cátions (CTC) calculada apresentou uma distribuição conforme a figura 1.b, concentrando-se entre 4 e 7 e.mg/100 ml de T.F.S.A., em 79,5% das amostras.

4.1.1.3. Saturação em bases

A saturação em bases (V%) teve uma distribuição de frequências conforme a figura 1.c, ocorrendo dentro dos limites de 30,2 a 91,8%, onde 44,9% das amostras estiveram acima de 70% em saturação. Isto demonstrou que praticamente a metade dos talhões estudados estavam próximas à saturação, existindo ainda áreas onde as calagens foram insuficientes.

Figura 1. Distribuição em frequências (%) do índice pH (1.a), capacidade de troca de cátions (1.b) e saturação em bases (1.c)

$$y_1 = 6,6294 - 0,0156.x \quad r = -0,3391^* \quad (R^2_{\%} = 11,50)$$

$$y_2 = 5,5295 + 0,0179.x \quad r = 0,4154^{**} \quad (R^2_{\%} = 19,12)$$

r = coeficiente de correlação

$R^2_{\%}$ = coeficiente de determinação

$*$ = significativo a 5%

** = significativo a 1%

Figura 2. Curvas e equações de regressão da variação de pH (y) em função das frações granulométricas (x)

4.1.2. Interpretação global dos níveis de fósforo, potássio, cálcio e magnésio dos solos e folhas

Calculou-se as porcentagens de ocorrência das amostras, segundo os níveis de interpretação para fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos solos e nas folhas. As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados observados para os nutrientes no solo e nas folhas respectivamente. As porcentagens foram acumuladas e estudadas graficamente na figura 3, em função dos níveis de interpretação.

4.1.2.1. Fósforo

A distribuição dos teores de fósforo nas folhas foi próximo à uniformidade, enquanto que nas amostras de solo houve um predomínio dos teores mais baixos. A separação das curvas demonstrou que baseado somente na análise de solo é muito difícil de se prever a concentração deste nutriente nas folhas. O estudo encontra-se na figura 3.a.

4.1.2.2. Potássio

As curvas tenderam a se diferenciar com os níveis mais elevados de interpretação. Deve-se esperar que para os resultados mais altos de potássio no solo, mais difícil será prever o comportamento nas folhas (figura 3.b).

Resultados semelhantes foram observados por MUZILLI *et alii* (1979) no Brasil em experimentos com trigo, onde as concentrações

muito baixo e baixo de potássio^{1/} no solo deram respostas positivas à adu_ bação potássica, enquanto que nos solos de níveis médio e alto os efei- tos foram predominantemente negativos.

Tabela 1. Intervalos verificados para as análises de solo e suas dis- tribuições em porcentagens segundo os níveis de interpretação

Elementos	Intervalo		Frequências em porcentagens			
	mínimo	máximo	muito baixo	baixo	médio	alto
Carbono %	0,85	3,14	-	-	20,5	79,5
P ⁰⁴ /a	0,02	0,36	-	70,5	28,2	1,3
K ⁺ /a	0,04	0,43	-	48,7	50,0	1,3
Ca ⁺⁺ /a	0,90	3,50	-	41,0	55,1	3,8
Mg ⁺⁺ /a	0,42	2,48	-	38,5	29,5	32,1
Al ⁺⁺⁺ /a	traços	0,30	-	83,3	16,7	-
H ⁺ /a	0,50	4,10	-	76,9	23,1	-
Fe ppm	13,31	105,20	-	6,4	93,6	-
Mn ppm	4,10	31,60	2,6	33,3	64,1	-
Cu ppm	0,50	13,09	28,2	43,6	28,2	-
Zn ppm	0,40	17,38	93,6	1,3	5,1	-

/a = e.mg/100 ml T.F.S.A.

^{1/} < 20,12 e.mg/100 ml TFSA.

Tabela 2. Intervalos verificados para as análises de folhas e suas distribuições em porcentagens segundo os níveis de interpretação

Elementos	Intervalo		Frequências em porcentagens				
	mínimo	máximo	deficiente	baixo	ótimo	alto	excesso
N %	1,35	3,56	11,5	29,5	51,3	5,1	2,6
P %	0,07	0,43	5,1	16,7	37,2	32,1	9,0
K %	0,65	7,32	6,4	18,0	32,1	12,8	30,8
Ca %	0,94	7,55	6,4	69,2	23,1	-	1,3
Mg %	0,23	0,81	-	6,4	57,7	32,1	3,8
S %	0,09	1,14	18,0	50,0	29,5	1,3	1,3
Fe ppm	48,00	423,00	-	1,3	51,3	30,8	12,8
Mn ppm	10,50	84,00	2,6	9,0	68,0	20,5	-
Cu ppm	2,50	109,00	2,6	5,1	55,1	14,1	23,1
Zn ppm	13,00	82,00	18,0	39,7	30,8	11,5	-
B ppm	50,00	105,00	-	-	97,4	2,6	-

Figura 3. Interpretação global dos resultados de análise de solos e de folhas para fósforo (3.a), potássio (3.b), cálcio (3.d) e magnésio (3.e)

4.1.2.3. Cálcio

As curvas de interpretação para os solos e para as folhas referentes aos níveis de cálcio, apresentaram-se com a mesma tendência, demonstrando o predomínio de níveis baixos e deficientes (figura 3.c).

4.1.2.4. Magnésio

A distribuição dos níveis de magnésio nos solos foi uniforme, enquanto que as curvas de interpretação para folhas foi insatisfatória para os níveis inferiores. A comparação da figura 3.d com a de potássio (figura 3.b) indicam situações opostas.

4.1.3. Interpretação global dos níveis de ferro, manganês, cobre e zinco dos solos e folhas

Para interpretação dos resultados de micronutrientes nos solos utilizou-se os padrões indicados pelo Agro Services International Inc.^{1/}, subdividindo-se o limite inferior de cobre em dois sub-níveis^{2/}.

4.1.3.1. Ferro

As curvas para ferro no solo e nas folhas apresentaram-se aproximadamente paralelas com baixas porcentagens de deficiência. Isto

^{1/} 215E Michigan Av. P.O. Box, 667, Grange City, Flórida, 32763.

^{2/} sub-níveis 1,5 e 3,0 ppm.

indica que o limite para deficiências de ferro no solo está abaixo de 20 ppm utilizando-se extrator de Melich (figura 4.a).

4.1.3.2. Manganês

Foi o micronutriente que apresentou a melhor configuração quanto aos níveis nutricionais. Houve baixa porcentagem de deficiência e alta quantidade de amostras com teores médios (figura 4.b).

4.1.3.3. Cobre

As curvas de interpretação foram opostas para os níveis em solos e folhas, o que demonstrou ser o cobre nas folhas influenciado por fatores mais significativos que a sua presença no solo. A prática de tratamentos fitossanitários com produtos à base de cobre contribuiu como fator importante no fornecimento deste nutriente aos pomares estudados (figura 4.c).

4.1.3.4. Zinco

As curvas de interpretação para solo e folha apresentaram o mesmo sentido, predominando níveis deficientes tanto no solo como na folha (figura 4.d).

Figura 4. Interpretação global dos resultados de análises de solos e folhas para ferro (4.a), manganês (4.b), cobre (4.c) e zinco (4.e)

4.2. Concentração de nutrientes nas folhas em função das frações granulométricas dos solos

Foram correlacionados os teores de nutrientes das folhas com as frações areia grossa, areia fina, limo e argila dos solos.

Segundo MILLAR *et alii* (1965) todos os íons adsorvidos na fração coloidal do solo não são igualmente disponíveis. Alguns são mais facilmente repostos que outros. Também os íons da mesma natureza podem não ser igualmente acessíveis às plantas; alguns estão fortemente retidos à superfície coloidal, enquanto que outros movem-se nas partes externas da camada iônica e outros entram no interior dos cristais.

4.2.1. Nitrogênio, fósforo e potássio

Nitrogênio e fósforo apresentaram tendências semelhantes, sendo os níveis de nutrientes nas folhas crescentes em relação à areia fina e, decrescentes com o teor de argila. As figuras 6 e 8 demonstram as equações observadas para nitrogênio e fósforo.

Foi obtida a equação $\ln Y = -1,4054 - 0,0350.x$, (onde $Y = \text{e.mg P04}^{---}/100 \text{ ml}$ e $x = \% \text{ de argila}$) com coeficiente de correlação $r = -0,6547$ e de determinação ($R^2\% = 42,86$), entre o P04^{---} dos solos em função da quantidade de argila, o que demonstrou ocorrer concentração de P04^{---} na argila.

Não foram verificadas correlações entre as concentrações de potássio nas folhas com as frações granulométricas dos solos.

4.2.2. Cálcio, magnésio e enxofre

As concentrações de cálcio e magnésio nas folhas apresentaram comportamentos semelhantes frente às frações granulométricas dos solos. Houve correlações positivas destes nutrientes com o teor de argila. Com as areias as correlações foram negativas. Para o magnésio, o limo se comportou como as areias. Isto indicou que estes nutrientes aplicados ao solo como calcários ficaram retidos com maior intensidade na fração de argila. Figuras 5, 6, 7 e 8. A tabela 3 apresenta as equações traduzindo o fenômeno observado nos solos, para os teores de magnésio em função das frações granulométricas.

Os solos de textura fina retêm mais cálcio que os arenosos (COELHO, s.d.). A presença de cálcio sobre o complexo coloidal conduz à floculação dos coloides, e ao que parece, através de efeito indireto, propiciando maior produção e decomposição da matéria orgânica (MILLAR *et alii*, 1965). Mesmo em terrenos arenosos a influência do cálcio é favorável à estrutura do solo.

As concentrações foliares de enxofre não apresentaram correlações com as frações granulométricas.

4.2.3. Ferro, manganês e sódio

Os teores foliares de ferro, manganês e sódio não apresentaram correlações com as frações granulométricas dos solos.

Figura 5. Curvas e equações de regressão da concentração de nutrientes nas folhas (y) em função da areia grossa dos solos (x)

Figura 6. Curvas e equações de regressão da concentração de nutrientes das folhas (y) em função da areia fina dos solos (x)

Figura 7. Curvas e equações de regressão da concentração de nutrientes das folhas (y) em função da quantidade de limo dos solos (x)

Figura 8. Curvas e equações de regressão da concentração de nutrientes das folhas (y) em função da quantidade de argila dos solos (x)

Nos solos, o sódio apresentou correlação positiva com o aumento de areia fina, e negativa com o teor de argila. As equações observadas encontram-se na tabela 4.

O sódio é dispersante, danificando a estrutura do solo, especialmente de solos com alto teor de argila, ou limosos e barro-limosos (WINTER, 1976).

Tabela 3. Equações de regressões, coeficientes de correlação (r) e coeficientes de determinação (R^2) do teor de magnésio ($y = \text{Mg}^{++}$ e.mg/100 ml) dos solos em função das frações granulométricas ($x = \%$)

Fração granulométrica	Equações	r	$R^2\%$
areia grossa	$y = 1,3776 - 0,0002.x^2$	$-0,2870^*$	8,24
areia fina	$\ln y = 0,5840 - 0,0192.x$	$-0,4718^{**}$	22,26
argila	$\ln y = -0,8840 + 0,0252.x$	$0,6598^{**}$	43,53

* significativo a 5% de probabilidade

** significativo a 1% de probabilidade

Tabela 4. Equações de regressões, coeficientes de correlação (r) e coeficientes de determinação (R^2) do teor de sódio ($y = Na$ ppm) dos solos em função das quantidades de argila e areia fina ($x = \%$)

Fração granulométrica	Equações	r	$R^2\%$
argila	$y = 2,3810 + 9,3981/x$	0,2345 [*]	5,50
areia fina	$\ln y = 2,0301 + 0,0231.x$	0,3423 ^{**}	11,71

4.2.4. Cobre e zinco

As correlações entre cobre foliar com areia grossa e argila foram negativas, e positivas com areia fina e limo. A concentração de zinco foliar decresceu com o aumento de areia fina. Figuras 6 e 7.

Manganês, ferro e zinco contidos nas argilas tanto podem ser liberados como fixados, dependendo principalmente da acidez do solo (COELHO, s.d.).

Segundo LAUN (1975) no Brasil a cultura de milho apresentou boas respostas ao zinco aplicado quando cultivado em Regossol, porém não apresentou efeito na unidade Latossol Vermelho Amarelo fase arenosa.

Os solos arenosos são mais deficientes em zinco devido às perdas por lixiviação (BARROWS *et alii*, 1960; BERGER, 1965) ocorrendo também em solos tufosos e orgânicos (BERGER, 1965).

4.2.5. Boro

O teor de boro nas folhas decresceu com o teor de areia fina e aumentou com a presença de limo e argila.

A carência de boro é muito comum no país, particularmente em solos arenosos, pobres em matéria orgânica e os valores mais elevados de boro disponível são encontrados em solos com elevado teor de matéria orgânica (MITCHELL, 1964). BRASIL SOBRINHO (1965) considera o Latossol Vermelho Amarelo fase arenosa como deficiente em boro.

As figuras 6, 7 e 8 apresentam as equações obtidas para os teores foliares de boro em função das frações granulométricas dos solos.

4.3. Concentração de elementos nos solos em função do pH

As equações obtidas para os elementos disponíveis nos solos em função do pH encontram-se na tabela 5. Houve parcial concordância com os resultados obtidos por GARGANTINI *et alii* (1970).

Fósforo, potássio, alumínio, hidrogênio e ferro decresceram seus teores em relação ao aumento de pH. Cálcio, magnésio e zinco tiveram seus teores elevados.

Tabela 5. Equações de regressões, coeficientes de correlação (r) e coeficientes de determinação (R^2) dos elementos (y) nos solos em função do pH (x)

Elementos	Equação	r	$R^2\%$
PO_4^{---}/a	$y = 0,2812 - 0,0306.x$	-0,2381*	5,67
K^+/a	$\ln y = 0,0081 - 0,3377.x$	-0,3199**	10,23
Ca^{++}/a	$\ln y = 2,0069 - 7,6964/x$	-0,3222**	10,38
Mg^{++}/a	$y = 5,0396 - 23,8013/x$	-0,6376**	40,66
Al^{+++}/a	$y = 0,2919 + 1,9269/x$	0,4495**	20,20
H^+/a	$\ln y = 3,5423 + 24,8691/x$	0,6973**	48,63
Fe ppm	$\ln y = 4,9428 - 0,2170.x$	-0,2851*	8,13
Zn ppm	$y = 8,3918 + 1,7085.x$	0,4002**	16,02

/a = e.mg/100 ml T.F.S.A.

4.4. Concentração de nutrientes nas folhas em função do pH do solo

4.4.1. Cálcio e magnésio

Houve correlações positivas entre as concentrações de cálcio e magnésio nas folhas em função do pH do solo, confirmando observações verificadas por BROCHAT (1979) em plantas de sálvia.

A figura 9 apresenta as equações verificadas que se encontram na tabela 6, para as concentrações de nutrientes nas folhas em função do pH.

4.4.2. Nitrogênio, fósforo e potássio

As concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio decreceram nas folhas em função do pH dos solos (figura 9).

GARGANTINI *et alii* (1970) observaram correlação negativa entre pH e nitrogênio dos solos do Estado de São Paulo. A faixa que revelou teores mais elevados de nitrogênio foi entre 5,0 e 6,0.

Segundo HESTER *et alii* (1936) a elevação do pH de um solo muitas vezes conduz a uma maior fixação de potássio. BROCHAT (1979) observou correlações negativas entre fósforo, ferro e cobre nas folhas de sálvia com o pH dos solos.

4.4.3. Ferro, boro e sódio

As concentrações de ferro, boro e sódio nas folhas correlacionaram-se positivamente com o índice de pH dos solos (figura 10).

Figuras 9 e 10. Curvas de regressão da concentração de nutrientes nas folhas (y) em função da pH dos solos (x)

A calagem ao elevar o pH, induz a fixação de boro pelas argilas e outros minerais, diminuindo a disponibilidade (COELHO, s.d.; VALADARES, 1972).

O teor de ferro disponível decresceu no solo em função do pH, o que não foi confirmado através de análise das folhas.

Tabela 6. Equações de regressão, coeficientes de correlação (r) e coeficiente de determinação (R^2) dos teores foliares de nutrientes (y) em função do Índice de pH do solo (x)

Elemento	Equação	r	$r^2\%$
N %	$\ln y = 1,2572 - 0,0672.x$	-0,2483 [*]	6,16
P %	$\log y = 0,0164 - 1,0250 \log x$	-0,2558 [*]	6,54
K %	$\ln y = 2,0203 - 0,2387.x$	-0,2502 [*]	6,26
Ca %	$\ln y = -0,3500 + 0,1948.x$	0,3583 ^{**}	12,84
Mg %	$y = 0,2353 + 0,0058.x^2$	0,3422 ^{**}	11,71
Fe ppm	$y = 36,5980 + 2,4704.x^2$	0,2933 ^{**}	8,60
B ppm	$y = 56,5642 + 0,4143.x^2$	0,2260 [*]	5,10
Na ppm	$y = -436,5627 + 20,4654.x^2$	0,2590 [*]	6,71

4.5. Concentração de nutrientes nas folhas em função da matéria orgânica dos solos

Os teores de cálcio e magnésio nas folhas correlacionaram-se positivamente com a matéria orgânica dos solos, expressa em porcentagem de carbono (figura 11).

Segundo BEAR (1951) se o terreno contém reservas adequadas de Mg, porém o teor disponível é baixo, a liberação deste nutriente pode ser acelerada pela incorporação de matéria orgânica, por causa da ação solvente dos ácidos carbônico e nítrico que se originam de sua decomposição.

A concentração de cobre nas folhas decresceu com o aumento da matéria orgânica nos solos (figura 12).

A maioria das áreas deficientes em cobre disponível ocorre em solos orgânicos, mas também em muitos solos minerais; quanto maior o teor de matéria orgânica, maior probabilidade existe de ocorrer deficiência de cobre para as culturas (COELHO, s.d.).

A matéria orgânica pode diminuir a concentração de cobre na solução do solo, possivelmente através da formação de quelados, o que elimina a toxidez do elemento; se o teor de cobre foi originalmente baixo, a adição de matéria orgânica poderá induzir carência (HODGSON *et alii*, 1966).

Figuras 11 e 12. Curvas e equações de regressão da concentração de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de carbono dos solos (x)

4.6. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de fósforo solúvel dos solos

4.6.1. Fósforo

Houve correlação positiva do teor de fósforo nas folhas em função do fósforo no solo, estando em concordância com os dados de GALLO (1960) em citros e BROCHAT (1979) em sálvia.

A equação hiperbólica verificada somente foi significativa para valores superiores a 0,10 e.mg/100 ml de TFSA (figura 13).

Entre 1957 e 1959, o Instituto Agronômico do Estado de São Paulo realizou uma ampla série de ensaios, avaliando os teores de fósforo no solo para a cultura do algodoeiro, concluindo que em solos arenosos com teores de P_{O4}^{---} menores que 0,07 e.mg/100 g de solo, apresentaram 90% de resposta e acima de 0,14 e.mg/100 g de solo responderam com apenas 10% (WUTKE, 1972).

MUZILLI *et alii* (1979) em experimentos com trigo, concluíram que nos solos com teores abaixo de 9 ppm de fósforo nos solos, os aumentos de produção foram proporcionais ao aumento de dose de fósforo aplicada. Nos solos com teores acima de 9 ppm as produções elevaram-se até um determinado ponto, passando a reduzir com o fósforo aplicado.

REESE *et alii* (1977) estudando irrigação em pomares com 6 anos da laranja 'Temple' observaram que a adição de fósforo ao solo elevou os teores foliares de fósforo e cálcio, reduzindo potássio e magnésio.

4.6.2. Cálcio, magnésio e enxofre

As concentrações de cálcio, magnésio e enxofre nas folhas correlacionaram-se negativamente com o fósforo dos solos (figura 13).

BROSCHAT (1979) encontrou correlações positivas entre cálcio, cobre e zinco de folhas de sálvia com o fósforo do solo. Resultados semelhantes tinham sido observados por HEGWOOD (1972) em feijoeiro, nos Estados Unidos da América.

NAGAI *et alii* (1975) observaram antagonismo entre cálcio e fósforo em café, porém em folhas de citros houve sinergismo. Semelhantes resultados foram observados por REESE e KOO (1976) em pomares de 'Valência'.

4.6.3. Zinco e boro

As concentrações foliares de zinco e boro decresceram em função dos teores de fósforo do solo (figura 14).

BINGHAN *et alii* (1958) trabalhando com plantas novas de citros, com doses crescentes de fósforo, verificaram que as doses elevadas reduziram a absorção de boro e zinco e ocasionam sintomas de deficiência de cobre, aumentando a absorção de magnésio e manganês. COELHO (s.d.) cita que a adubação fosfatada em excesso prejudica a assimilação pelas plantas de ferro e zinco. A carência de zinco se verifica em alguns solos com elevado teor de fósforo sendo a deficiência mais acentuada em solos cujo horizonte superficial foi removido (LAUN, 1975).

Figuras 13 e 14. Curvas de regressão da concentração de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de fósforo dos solos ($x = \text{e.mg./100 ml}$).

A tabela 7 apresenta as equações verificadas para as concentrações de nutrientes nas folhas, em função do fósforo do solo.

Tabela 7. Equações de regressões, coeficientes de correlação (r) e coeficiente de determinação (R^2) dos nutrientes nas folhas (y) em função do fósforo do solo ($x = \text{e.mg P04}^{---}/100 \text{ ml}$)

Elemento	Equação	r	$R^2\%$
P %	$y = 0,1964 - 0,015/x$	$-0,2366^*$	5,60
Ca %	$\ln y = 1,0223 - 1,8487.x$	$-0,4373^{**}$	19,12
Mg %	$\log y = 1,2443 - 0,1631.\log x$	$-0,4309^{**}$	18,56
S %	$y = 0,1388 + 0,0030/x$	$0,2657^*$	7,06
Zn ppm	$\ln y = 3,3881 - 1,8129.x$	$-0,2992^{**}$	8,95
B ppm	$y = 66,4171 + 0,3404/x$	$0,2713^*$	7,36

4.7. *Concentração de nutrientes nas folhas, em função dos teores de potássio trocável dos solos*

4.7.1. Fósforo e potássio

Houve correlação positiva entre a concentração de fósforo nas folhas com o teor de potássio nos solos (figura 15), confirmando os resultados verificados por NAGAI *et alii* (1975) e REESE e KOO (1975) em pomares cítricos. Não foi observada correlação entre potássio nas folhas e seu teor no solo.

4.7.2. Cálcio e magnésio

As concentrações foliares de cálcio e magnésio decresceram em função dos teores de potássio dos solos (figura 15), confirmando os resultados obtidos por GALLO *et alii* (1960) em laranjeira 'Baianinha', NAGAI *et alii* (1975) e REESE e KOO (1975) em pomares cítricos; WOODRUFF *et alii* (1960), em soja; MELLO (1962) em algodoeiro; SARRUGE (1968) em cafeeiros.

4.7.3. Cobre e boro

A concentração foliar de cobre elevou com o potássio dos solos, enquanto que boro foi reduzida (figura 16).

CHAPMAN *et alii* (1939) cultivaram limoeiros com 1 ppm de boro na solução nutritiva e os mesmos apresentaram sintomas de toxicidade quando se omitiu o potássio da solução nutritiva.

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 2,8358 - 2,4712 \cdot x \\
 y_2 &= 0,5619 - 0,2726 \sqrt{x} \\
 y_3 &= 0,1948 - 0,0026/x \\
 y_4 &= 62,2464 + 1,0620/x \\
 \ln y_5 &= 2,7777 - 0,0273/x
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r &= -0,2461^* \quad (R^2\% = 6,05) \\
 r &= -0,2372^* \quad (R^2\% = 5,62) \\
 r &= -0,2384^* \quad (R^2\% = 5,68) \\
 r &= 0,4912^{**} \quad (R^2\% = 24,13) \\
 r &= -0,2429^* \quad (R^2\% = 5,90)
 \end{aligned}$$

Figuras 15 e 16. Curvas e equações de regressão das concentrações de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de potássio dos solos (x)

WALLACE e BEAR (1949), trabalhando com alfafa em soluções nutritivas observaram severos sintomas de deficiência de boro com o aumento de potássio no substrato. Semelhantes resultados foram observados por PAAUW (1954) em cultura de beterraba, após calagem pesada e forte adubação potássica.

O cálcio tem o mesmo papel do potássio no sentido de aumentar os sintomas de deficiência de boro. Parece que a relação Ca/B está implicada diretamente na absorção de boro, enquanto que o potássio age indiretamente através da absorção e acumulação do cálcio, segundo SARRUGE (1968).

4.8. *Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de cálcio trocável dos solos*

4.8.1. Potássio, cobre e zinco

Os teores de potássio, cobre e zinco nas folhas correlacionaram-se negativamente com o cálcio dos solos (figuras 17 e 18).

HAAG e SARRUGE (1973) citam que em solos submetidos a eletro-diálise obtiveram relações lineares entre fixação de potássio e o grau de saturação em cálcio, de acordo com GILLIGAM (1938).

Havendo no solo teores de zinco disponível abaixo do nível crítico, a aplicação de quantidades apreciáveis de materiais calcários, pode acarretar dificuldades à absorção de nutrientes pelas plantas devido à insolubilização do elemento (SEATZ e JURINAK, 1957).

4.8.2. Nitrogênio

Houve correlação negativa entre o nitrogênio das folhas e o teor de cálcio dos solos (figura 17), confirmando as observações de WEIR (1969) em pomares cítricos e BROCHAT (1979) em folhas de sálvia.

4.8.3. Cálcio

Não foi observada correlação entre a concentração de cálcio nas folhas em função de cálcio dos solos.

SARRUGE (1968) observou em cafeeiros que somente houve aumento significativo do cálcio foliar com a maior dosagem de cálcio no substrato em relação à testemunha. HAAG (1958) obteve resultados semelhantes.

$$y_1 = 2,6254 - 0,1720 \cdot x$$

$$\ln y_2 = 1,1833 - 0,2819 \cdot x$$

$$\ln y_3 = 2,9036 - 0,1726 \cdot x$$

$$r = -0,3084^* \quad (R^2\% = 9,51)$$

$$r = -0,4618^{**} \quad (R^2\% = 21,33)$$

$$r = -0,2217^* \quad (R^2\% = 4,91)$$

Figuras 17 e 18. Curvas e equações de regressão das concentrações de nutrientes das folhas (y) em função do teor de cálcio nos solos (x = e.mg./100 ml).

4.9. Concentração de nutrientes nas folhas em função do magnésio trocável dos solos

4.9.1. Nitrogênio, fósforo e potássio

Houve correlações negativas entre as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas com o magnésio dos solos (figura 19).

KAZAK e KHALIDY (1970) estudando pomares de 'Navel oranges', observaram que pulverizações foliares com $Mg(NO_3)_2$ reduziram ligeiramente os conteúdos de potássio nas folhas.

MOSS e HIGGINS (1974) observaram em 'Washington Navel' que a absorção de fósforo foi reduzida em função do magnésio dos solos.

4.9.2. Magnésio

Observou-se correlação positiva entre a concentração de magnésio das folhas e o magnésio dos solos (figura 19).

GODZIASHVIL e GODZIASHVIL (1976) observaram que 5 mg de Mg/100 g de solo correspondiam a 0,3% de Mg nas folhas velhas de chá e citros.

O Servicio Para el Agricultor da Venezuela (1974) informa a obtenção de bons resultados na correção de deficiência de magnésio em citros, por aplicação via solo de sulfato de magnésio em dosagens variando de 3 - 5 kg/planta adulta.

4.9.3. Cálcio e manganês

As concentrações foliares de cálcio e manganês correlacionaram-se positivamente com o teor de magnésio dos solos (figuras 19 e 20). Resultados semelhantes foram obtidos por BROCHAT (1979) em folhas de sálvia.

Parece haver um efeito sinérgico entre magnésio, zinco e manganês; o fornecimento do primeiro induziria o manganês e o zinco para a parte aérea deslocando-os das raízes (SMITH, 1966).

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 0,4597 + 0,0731 \cdot \ln x \\
 y_2 &= 2,5451 - 0,1697 \cdot x \\
 y_3 &= 2,0809 + 0,2381 \cdot x^2 \\
 y_4 &= 2,3649 - 0,2070 \cdot x^2 \\
 \ln y_5 &= -1,5776 - 0,2319 \cdot x \\
 y_6 &= 34,9096 + 3,2457 \cdot x^2 \\
 \ln y_7 &= 3,4437 - 0,1977/x
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0,2963^{**} & \quad (R^2\% = 8,77) \\
 -0,2602^* & \quad (R^2\% = 6,77) \\
 0,3900^{**} & \quad (R^2\% = 15,21) \\
 -0,2331^* & \quad (R^2\% = 5,43) \\
 -0,3460^{**} & \quad (R^2\% = 11,97) \\
 0,2805^* & \quad (R^2\% = 7,86) \\
 -0,2745^* & \quad (R^2\% = 7,53)
 \end{aligned}$$

Figuras 19 e 20. Curvas e equações de regressão das concentrações de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de magnésio dos solos (x)

4.10. Concentração de nutrientes nas folhas em função das relações cálcio/magnésio, magnésio/potássio e cálcio/potássio dos solos

Entre cálcio e magnésio houve interação positiva na absorção de cálcio em função do magnésio do solo. A relação cálcio/magnésio no solo induziu a menor absorção de cálcio, o que está de acordo com aumento de concentração de cálcio nas folhas em função do magnésio do solo e com a relação de magnésio/potássio no solo a qual correlacionou-se positivamente com a concentração de cálcio nas folhas. As equações obtidas encontram-se nas tabelas 8 e 9.

Segundo LARROCHE (1966) os solos tropicais úmidos têm como característica dominante, o desequilíbrio no balanço catiônico.

FUZATTO e FERRAZ (1967) no Brasil somente obtiveram correlação satisfatória entre o efeito de adubação potássica no algodoeiro quando consideraram a relação cálcio/potássio.

Segundo SCHAFFER (1958) a presença de antagonismo pode ser estudada através das relações potássio/cálcio ou magnésio/cálcio; sendo superior à unidade, a nutrição do cálcio pode se tornar deficiente; em solos pobres em magnésio é necessário que potássio/magnésio seja inferior à unidade.

Em "seedlings" de laranja cultivados em areia, MIKABERIDZE (1974), determinou que o antagonismo ocorreu na seguinte ordem: magnésio/potássio contra cálcio; potássio/cálcio contra magnésio e cálcio/magnésio contra potássio.

Tabela 8. Equações de regressão, coeficientes de correlação (r) e coeficientes de determinação (R^2) da concentração de cálcio nas folhas ($\text{Ca}\% = y$) em função das relações cálcio/magnésio e magnésio/potássio dos solos (x)

Relações	Equações	r	$R^2\%$
Ca/Mg	$\ln y = 0,3890 + 0,8866/x$	0,5635**	31,75
Mg/K	$\log y = 0,5537 + 0,1425.\log x$	0,3780**	14,28

Tabela 9. Equação de regressão, coeficientes de correlação (r) e coeficiente de determinação (R^2) da concentração de cálcio nas folhas ($\text{Ca}\% = y$) em função da relação cálcio/potássio dos solos ($\text{Ca/K} = x$)

Relação	Equação	r	$R^2\%$
Ca/K	$\ln y = 0,7889 - 0,0134.x$	-0,3177**	10,09

4.11. *Concentração de nutrientes nas folhas em função do teor de sódio disponível dos solos*

4.11.1. Potássio, cálcio, magnésio e zinco

O sódio é dispersante, danificando a estrutura do solo (WINTER, 1976). Pelos resultados obtidos, observou-se que elevando sua concentração no solo, foram reduzidos os teores foliares de potássio, cálcio, magnésio e zinco, que são nutrientes perdidos por lixiviações (figuras 21 e 22).

4.11.2. Ferro e manganês

Houve correlação positiva entre as concentrações de ferro e manganês das folhas com o teor de sódio dos solos (figura 22).

4.11.3. Nitrogênio, fósforo, boro e sódio

As concentrações de nitrogênio, fósforo, boro e sódio nas folhas correlacionaram-se positivamente com o sódio dos solos (figuras 21 e 22).

AYOUB e MINESSY (1974) estudando a tolerância ao sal em "grapefruit" e laranja 'lima' observaram que a adição de cloretos de sódio e de cálcio, reduziram o crescimento vegetativo, elevando as concentrações foliares de sódio, cloro, cálcio e nitrogênio.

Tabela 10. Equações de regressão, coeficientes de correlação (r) e coeficientes de determinação (R^2) dos nutrientes nas folhas(y) em função do sódio dos solos (x = Na ppm)

Nutriente	Equação	r	$R^2\%$
N%	$y = 2,0643 + 0,1054.\ln x$	0,2495*	6,22
P%	$\ln y = -1,7139 - 1,3517/x$	-0,3367**	11,33
K%	$y = 1,6828 + 3,6061/x$	0,2597*	6,74
Ca%	$\ln y = 0,7368 + 1,1930/x$	0,2983*	12,06
Mg%	$y = 0,4204 + 0,4201/x$	0,3041**	9,24
B ppm	$\log y = 4,0843 + 0,0669.\log x$	0,3063**	9,38
Mn ppm	$\ln y = 3,7753 - 1,7172/x$	-0,3782*	14,30
Fe ppm	$\ln y = 5,0615 - 2,9146/x$	-0,6103**	37,25
Zn ppm	$\ln y = 3,0635 + 1,6344/x$	0,3319**	11,00
Na ppm	$\log y = 3,6939 + 0,4533.\log x$	0,2561*	6,56

Figuras 21 e 22. Curvas e equações de regressão das concentrações de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de sódio dos solos (x)

4.12. *Concentração de nutrientes nas folhas em função do teor de ferro disponível dos solos*

4.12.1. Cálcio, enxofre e ferro

Houve correlação negativa entre a concentração de cálcio nas folhas e o ferro dos solos (figura 23). Devendo ser atribuído a um efeito indireto devido aos solos mais ácidos conterem menor quantidade de cálcio, onde a disponibilidade de ferro é elevada.

A concentração de enxofre das folhas aumentou em função do ferro do solo (figura 23).

Não houve correlação significativa entre a concentração de ferro nas folhas e o teor de ferro no solo. HAAG e SARRUGE (1973) citam que o total de ferro na planta não é indicação do estado nutricional da mesma, visto que a forma Fe^{+2} parece ser a única ativa metabolicamente. Tecidos que apresentaram alto teor de Fe^{+3} podem mostrar sintomas de deficiência.

$$\ln y_1 = -1,5183 - 7,5045/x \quad r = -0,2517^* \quad (R^2\% = 6,33)$$

$$y_2 = 2,0357 + 14,3644/x \quad r = 0,2265^* \quad (R^2\% = 5,13)$$

Figura 23. Curvas e equações de regressão das concentrações de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de ferro dos solos (x)

4.13. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores disponíveis de manganês dos solos

4.13.1. Potássio, manganês, cobre e boro

A concentração de manganês nas folhas correlacionou-se positivamente com o manganês disponível dos solos (figura 25).

Potássio, cobre e boro correlacionaram-se negativamente com o teor de manganês disponível dos solos (figuras 24 e 25).

Figuras 24 e 25. Curvas e equações de regressão das concentrações de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de manganês dos solos (x)

4.14. *Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de cobre disponível dos solos*

4.14.1. Cobre

Houve correlação negativa entre o teor de cobre nas folhas com o cobre disponível nos solos. Atribuindo-se que diversos fatores que influenciam na nutrição de cobre em pomares cítricos, as pulverizações com fungicidas à base de cobre devem ter sido mais importantes nesta função que o próprio solo.

4.14.2. Nitrogênio, fósforo e sódio

Observou-se correlações positivas entre as concentrações foliares de nitrogênio, fósforo e sódio com o teor de cobre nos solos.

Segundo EPSTEIN (1975), a carência de cobre interfere com a síntese de proteína e causa um aumento no nível de compostos nitrogenados solúveis.

As figuras 26 e 27 apresentam as equações obtidas para as concentrações de nutrientes nas folhas em função do cobre disponível dos solos.

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 2,5125 - 0,2784/x \\
 \ln y_2 &= -1,6930 - 0,2583/x \\
 \ln y_3 &= 2,7238 - 0,0801 \cdot x \\
 \ln y_4 &= 5,4919 - 0,9753/x
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r &= -0,2922^{**} & (R^2\% &= 8,54) \\
 r &= -0,2645^* & (R^2\% &= 6,99) \\
 r &= -0,2408^* & (R^2\% &= 5,80) \\
 r &= -0,2444^* & (R^2\% &= 5,97)
 \end{aligned}$$

Figuras 26 e 27. Curvas e equações de regressão das concentrações de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de cobre dos solos (x)

4.15. Concentração de nutrientes nas folhas em função dos teores de zinco disponível dos solos

4.15.1. Zinco

A correlação negativa verificada entre a concentração de zinco nas folhas em função dos teores dos solos indicou que uma pequena parcela da concentração de nutrientes nas folhas teve esta origem e o restante foi devido às pulverizações com fertilizantes foliares.

Como a incidência de amostras deficientes nos pomares foi alta (57,8% das amostras foliares estiveram entre níveis deficientes e baixos) concluiu-se que zinco foi o único nutriente limitante nas condições estudadas, necessitando de maiores atenções.

COOK (1962) afirma que as deficiências de zinco ocorrem com mais frequência em solos cujo índice de pH é mais elevado que 6; entretanto, na Flórida, Estados Unidos da América, a carência de zinco tem ocorrido também em plantas que se desenvolvem em solos com pH abaixo de 4,5; este fenômeno pode ser explicado pela exaustão de zinco do solo, através de lixiviação ou remoção pelas culturas.

BRASIL SOBRINHO (1974) determinou em amostras de horizonte superficial (Ap) em solos do Estado de São Paulo, teores de 20 a 250 ppm de zinco total e de 0,36 a 2,50 ppm para o solúvel.

4.15.2. Potássio, cobre, cálcio, magnésio e ferro

Potássio e cobre decresceram suas concentrações foliares em função do teor de zinco dos solos, enquanto que cálcio, magnésio e ferro tiveram a absorção elevada.

As figuras 28 e 29 apresentam as equações verificadas para as concentrações dos nutrientes nas folhas em função dos teores de zinco disponível nos solos.

$$y_1 = 1,3674 + 0,7871/x$$

$$y_2 = 0,4284 + 0,0151 \cdot x$$

$$y_3 = 2,2939 + 0,0803 \cdot x$$

$$y_4 = 18,6560 + 11,2319/x$$

$$\ln y_5 = 5,0494 - 0,3189/x$$

$$\ln y_6 = 2,7023 - 0,0876 \cdot x$$

$$r = 0,3819^{**} \quad (R^2\% = 14,58)$$

$$r = 0,2949^{**} \quad (R^2\% = 8,69)$$

$$r = 0,2219^* \quad (R^2\% = 5,15)$$

$$r = 0,4393^{**} \quad (R^2\% = 19,30)$$

$$r = -0,4458^{**} \quad (R^2\% = 20,23)$$

$$r = -0,3094^{**} \quad (R^2\% = 9,57)$$

Figuras 28 e 29. Curvas e equações de regressão das concentrações de nutrientes nas folhas (y) em função do teor de zinco nos solos (x)

5. CONCLUSÕES

As concentrações de nutrientes nas folhas correlacionaram-se com as características dos solos em:

Areia grossa - correlação negativa: Ca, Mg, Cu.

- correlação nula: N, P, K, S, Fe, Mn, Zn, B, Na

Areia fina - correlação positiva: N, P, Cu

- correlação negativa: Ca, Mg, Zn

- correlação nula: K, S, Fe, Mn, B, Na

Limo - correlação positiva: Cu, B, Zn

- correlação negativa: Mg

- correlação nula: N, P, K, Ca, S, Fe, Mn, Na

Argila - correlação positiva: Ca, Mg, B, Zn

- correlação negativa: N, P, Cu

- correlação nula: K, S, Fe, Mn, Na

Fósforo (P), Mg, Mn e Na correlacionaram-se positivamente com seus correspondentes nos solos.

Potássio (K), Ca e Fe apresentaram correlações nulas com seus correspondentes nos solos.

Cobre (Cu) e Zn apresentaram correlações negativas com seus correspondentes nos solos.

BIBLIOGRAFIA

ASO, P.J. e V.N. BUSTOS, 1976. Efecto de la fertilización diferencial N.P.K em una quinta cítrica sobre la composición química del suelo. Rev.Ind.Agr.de Tucumán, Argentina, 53 (2):1-14.

AYOUB, A.T. e F.A. MINESSY, 1974. Studies on salt tolerance of Marsh seedless grapefruit and Bears lime. Sudan Agricultural Journal, El-Damen, 9:53-57. Apud Horticultural Abstrats, East Malling Kent, 47: 835, 1977.

BACHA, M.A.A., 1977. Responses of "Succaney" and "Balady" orange trees to foliar sprays of zinc and copper. Indian Journal of Agricultural Sciences, publ. 45(5):189-193.

BAR-AKIVA, A. e M. HAMOU, 1974. Soil factors influencing fruit quality and mineral composition of leaves of Valencia orange trees. Com. Soil Sci.Plant Anal, New York, 5(3):203-212.

- BARROWS, H.C.; M.S.NEFF e N.GAMMON, 1954. Effect os soil type on Mobility of zinc in the soil and its availability from zinc sulphate to tung. Soil Sci.Soc.Am.Proc., 24:367-372.
- BEAR, F.E., 1951. Soil and Fertilizans, 4^a Ed. John Wiley Sons, Nova Yorque. 420 p.
- BERGER, K.L., 1965. Introductory Soils. The McMillan Company, New York, 371 p.
- BINGHAN, F.T.; J.P.MARTIN e J.A.CHASTAIN, 1958. Effects of phosphorus fertilization of California Soils on minor element nutrition of citrus. Soil Sci., 86:24-31.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C., 1974. Levantamento do teor de zinco em alguns solos do município de Piracicaba. Piracicaba, 96 p. (Professor - ESALQ/USP).
- BROSCHAT, T.K., 1979. Relationships among Soil and foliar Nutrient Levels and plant quality variables, in Field-grown Salvia Determined by principal components Analysis. J.Amer.Soc.Hort.Sci., 104(6):748-751.

- CATANI, R.A.; J.R.GALLO e H.GARGANTINI, 1954. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretações e indicações gerais para fins de fertilidade. Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Campinas. Bol. 69, 28 p.
- CHAPMAN, H.D.; G.F.LIEBIG JR. e A.P.VANSELOW, 1939. Some nutritional relationship as revealed by a study of mineral deficing and excess symptoms on citrus. Soil Sci. Am.Proc. 4:196-200.
- CHAVES, M.; C.MAZUELOS; C.ORTIZ; M.FERNANDEZ; R.ROMERO e A.ARIAS, 1974. Estado de nutrição de los nanjales em la Província de Sevilla. Influencia de la caída prematura de frutos. In. I. Congresso Mundial de Citricultura, Espanha, Min. Agric. 1:67-71.
- COELHO, F.A.S. (sem data). Fertilidade do Solo, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, 384 p.
- COOK, R.L. (1962). Soil Management for Conservation and Production. John Wiley e Sons. Inc. New York, London, 527 p.
- COMISSÃO DE SOLOS DO SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Bol. 12, 634 p.

- DAMIGELLA, P. e E. TRIBULATO, 1972. Effetti della dose e del frazionamento nella concimazione azotada dell'arancio (*Citrus sinensis* Osbeck). Tcnica Agrcola, Catania, 24(2):135-154.
- DATUADZE, O., 1976. The effectiveness of magnesium fertilizers in citrus crops. Refatiunyi Zhurnal, 7:55-805.
- EPSTEIN, E., 1975. Nutrio Mineral de Plantas - princpios e perspectivas. Trad. e notas MALAVOLTA, E. - Livros Tcnicos e Cientficos; So Paulo, Ed. da Universidade de So Paulo. 341 p.
- FAWSI, M.O.A. e D.P.ORMROD, 1975. Temperature effects on the growth and zinc nutrition of sweet orange. Horticultural Research, Ontario, 15(11):1-8.
- FUZATTO, M.G. e C.A.M.FERRAZ, 1967. Correlao entre o efeito da adubao potssica no algodoeiro e a anlise qumica do solo. Bragantia, 26:345-352.
- GALLO, J.R., 1972. Anlise foliar como Meio de Caracterizao de Propriedades Qumicas do Solo. In: MONIZ, A.C. (Coord.) Elementos de Pedologia. So Paulo, ed. Poligono, Ed. da Universidade de So Paulo, p. 251-256.

- GALLO, J.R.; S.MOREIRA; O.RODRIGUEZ e C.G.FRAGA JUNIOR, 1960. Influência da variedade e do porta-enxerto na composição mineral das folhas de Citros. Bragantia, 19:307-318.
- GALLO, J.R.; S.MOREIRA; O. RODRIGUEZ e C.G.FRAGA JUNIOR, 1960. Composição inorgânica das folhas de Laranjeira Baianinha com referência à época de amostragem e adubação química. Bragantia, 19:229-246.
- GARCIA MARTINEZ, J.L. e A.MARTI, 1974. Estudio de las necesidades nutritivas del naranjo III. Ritmo de absorcion de macroelementos por plantones de Washington Navel y Valencia al longo del año. Revista de Agroquímica y Tecnologia de Alimentos, Valencia, 14(4):577-584.
- GARGANTINI, H.; F.A.S.COELHO, F.VERLENGIA e E.SOARES, 1970. Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo. Instituto Agro-nômico do Estado de São Paulo, Campinas, 32 p.
- GOCZIASHVILI, G.S. e B.A.GODZIASHVILI, 1976. Diagnosis of the potassium and magnesium of tea and other sub-tropical crops. From Refenatiunyi Zhurma 1.55.996. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 47:8001. 1977.
- GROHMANN, F. e VAN RAIJ, B., 1974. Influência dos métodos de dispersão da argila do solo. In: XIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Santa Maria (RS), 1973. Anais Santa Maria, EFSM/Soc.Bras.Ciência do Solo, 1974. p. 123-132.

- GUARDIOLA, J.L.; S.VIVAS e E.GONZÁLEZ - SICILIA, 1974. The effectiveness of leaf nitrogen content as an index to nitrogen nutrition. In: I Congresso Mundial de Citricultura, Espanha, Min. Agric. I:151-157.
- HAAG, H.P., 1958. Efeitos das deficiências e excessos de macronutrientes no crescimento e na composição do cafeeiro cultivado em solução nutritiva. Piracicaba, 103 p. (Tese (Doutoramento) - ESALQ/USP).
- HAAG, H.P. e E.MALAVOLTA, 1960. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. Rev.Café Port. Separata nº 20.
- HAAG, H.P. e R. SARRUGE, 1973. Nutrição mineral das plantas, Piracicaba, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", 195 p.
- HEGWOOD, D.A., 1972. Cultivar effects on leaf and fruit mineral composition in snapbeans *Phaseolus vulgaris*. Com.Soil Sci. Plant Anal. 3:123-139.
- HESTER, J.B.; M.M.PARKER e H.H.ZIMMERLEY, 1936. Virginia Truck Exp. Sta. Bull. 91.
- HIROBE, M. e L. OGAKI, 1972. Experiments on the effect of lime fertilizers in an Unshiu orange orchard. I. On the improvement of the subsoil by soil injection. Bulletin of the Kanagawa Horticultural Experiment Station, Japan, 20:7-12. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 45:579. 1975.

- HOFFMANN, R. e S.VIEIRA, 1977. Análise de Regressão - Uma Introdução à Econometria. São Paulo, ed. Hucitec, Editora da Universidade de São Paulo, 232 p.
- IGUE, K. e J.R.GALLO, 1960. Deficiência de zinco em milho do Estado de São Paulo. IBEC-Research Institute, 19 p. Bol. 21.
- KAZAK, N.M. e R.KHALIDY, 1974. A preliminary study of the effect of potassium and magnesium foliar sprays on the status of these two elements in the leaves of Libanese citrus. Pamphlet, Am. Univ.Beirut, 35. 7 p. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 45:6856. 1975.
- KOEN, T.S.; S.F.D.V.PLESSIS e W.LAGENEGER, 1976. The effect of nitrogen fertilization on the yield, fruit quality and leaf composition of Valencia orange trees. Citrus and subtropical Fruit Journal, África do Sul, 515:9-18. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 47:6878. 1977.
- LABANAUSKAS, C.K. e W.P. BITTERS, 1974. Influence of rootstocks and interstocks on the macro and micronutrients in Valencia orange leaves. California Agriculture, Riverside, 28(9):12-13.
- LARROCHE, F.A., 1966. A calagem e solos tropicais de clima úmido. Fitot. Latinoamer, 3:83-97.

- LAUN, C.R.P., 1975. Efeitos de aplicação de zinco e boro em solos sob vegetação de cerrado. Piracicaba, 120 p. (mestrado - ESALQ/USP).
- MANCHANDA, H.R., 1974. Chemical composition of sweet orange leaves (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) as affected by foliar applications of zinc, copper, manganese and iron alone and their combinations - variety Pineapple. Indian Journal of Horticulture. Abohan, 31(1):34-37. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent 45:3490. 1975.
- MARINHO, M.L. e K.IGUE, 1971. Factors affecting zinc absorption by corn from Valencia Asch soils. Agronomy Journal, 64:3-8.
- MELLO, F.A.F., 1962. A relação cálcio/magnésio em folhas de algodoeiro cultivadas em condições de campo. Anais, Esc.Sup.Agr."Luiz de Queiroz", Piracicaba 19:67-74.
- MIKABERIDZE, V.E., 1974. (Antagonistic relationships between calcium, magnesium and potassium during the uptake of these elements by orange seedlings). Sub tropicheskie Kul'tury, Georgian, S S R, 2:44-47. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 45:2768. 1975.
- MILLAR, L.E.; L.M.TURK e H.D.FOTH, 1965. Fundamentals of soil Science. 4th ed. John Wiley e Sons, Inc., New York - London - Sydney. 491 p.

- MIRANDA, L.T., 1960. Relação entre teores de nitrogênio e fósforo e pH do solo, e a resposta à adubação fosfatada em milho. Bragantia, 19:503-513.
- MITCHELL, R.L., 1964. Trace elements in Soil. In: F.E.BEAR, Chemistry of the Soil, Nova Yorque, Reinhold. p. 320-368.
- MOSS, G.I. e M.L.HIGGINS, 1974. Magnesium influences on the fruit quality of sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) Plant and soil, Australia, 41(1):103-112.
- MUZILLI, O.; A.F.LANTMANN e M.T.TORNERO, 1979. Respostas do trigo a fósforo e potássio como Base de Interpretações de análises de solo para adubação da cultura no Estado do Paraná - Rev.Soc.Bras.Ciência do Solo 3(2):93-96.
- NADIR, M., 1974. Variations des teneurs en oligo-elements des feuilles de citrus en fonction de leur age. (Variations in the content of minor elements in citrus leaves in relations to leaf age). Awamir, Societé Agricole de Services au Maroc, Rabat, 51:31-53. Apud Horticultural Abstracts, 48:4939. 1978.

NADIR, M. e J. GAGNAIRE, 1974. Variation de la composition minerale de feuilles d'orengens au Maroc selon leur orientation, leur situation et leur position sur l'arbre. (Variations in the mineral composition of orange leaves in Marocco according to their orientation, situation and position on the tree). In: I Congresso Mundial de Citocultura, Espanha, Min. Agric. I:129-137.

NAGAI, V.; TIGUE e R.HIROCE, 1975. Estudo comparativo das relações entre os nutrientes dosados em folhas de café, citros e milho. Bragantia, 34:XXIII-XXVII.

PAAUW, F. VANDER, 1954. Potassium fertilizers and boron deficiency. Landbouwk Tijdschr. 66:32-35. Apud Chemical Abstracts, 49:7795.

PERKIN - ELMER CORPORATION (THE), 1976. Norwalk, Connecticut.

REESE, R.L. e R.C.J. KOO, 1975. Nitrogen and potassium fertilization effects on leaf analysis, tree size and yield of tree major Florida orange cultivars. J.Amer.Soc.Hort.Sci., Michigan, 100(2):195-198.

REESE, R.L. e R.C.J.KOO, 1976. Influence of fertility and irrigation on yield and leaf and soil analysis of "Temple" orange. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 89:46-48. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 48:859. 1978.

- REESE, R.L. e R.C.J.KOO, 1977. Fertility and irrigation effects on "Temple" orange. I. Yield and leaf analysis. J.Amer.Soc.Hort. Sci., Michigan, 102(2):148-151.
- RODRIGUES, O., 1978. Níveis para interpretação de análises de folhas. Secção de Citricultura. Campinas. Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, 1 p. mimeografado.
- SANCHES, A.C., 1979. Adubação de pomar cítrico de grande porte. In: YAMADA (Ed.) Nutrição mineral e adubação de citros. Piracicaba. Inst. Int.Potassa, Bol. 5:89-98.
- SARRUGE, J.R. e H.P.HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP, 56 p.
- SCHAFFER, G., 1975. Respiration curves in relation to the moisture phosphorus and potassium contents of soil during several sessions of different weather conditions) Landw. Forsch. 7:12-16. Apud Soils and fertilizers 18:648. 1955.
- SEATZ, C.F. e JURINAK, J.J., 1957. Zinc and soil fertility. The soil 1957 - Yearbook of Agriculture, 115-121.
- SETZER, J. 1956. Contribuição para o Estudo do Clima do Estado de São Paulo. São Paulo, Escolas Professores Salesianos, 239 p.

- SERVICIO PARA EL AGRICULTOR, 1974. Deficiências de magnésio em cítricas. Notícias Agrícolas, Venezuela, 7(8):29-30.
- SMITH, P.F., 1966. Leaf analysis of citrus. In: Temperate to Tropical Fruit Nutrition, N.F. Childers, ed. Somerset Press, Inc. Somerville, New Jersey, VII:208-228.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão Permanente de Métodos de Trabalho de Campo. Manual de Método de Trabalho de Campo: 2ª aproximação. Rio de Janeiro, Divisão de Pedologia e Fertilidade, 1967, 33 p.
- TRANI, P.E. (Coord.). Análise química e adubação foliar. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Campinas, Bol. 10, 32 p.
- ULRICH, A., 1943. Plant analysis as a diagnostic procedure. Soil Sci., 55:101-112.
- VAN RAIJ, B. e M.A.T. ZULIO, 1977. Métodos de Análise de solos. Campinas, Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Circular 63. 16 p.
- WALLACE, A. e F.E.BEAR, 1949. Influence of potassium and boron on nutrient - element balance in the growth of Ranger Alfalfa. Plant Phys. 24:664-680.

WEIR, C.C., 1969. Nutrient e element balance in citrus nutrition. Plant and Soil, 39:405-414.

WINTER, E.G., 1976. A água, o solo e a planta. Trad. REICHARDT K. e P.L.LIBARDI. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, Ed. da Universidade de São Paulo. 170 p.

WOODRUFF, G.M.; J.L. McINTOSH; J.D. MIKULCIK e H.SINHA, 1960. How potassium caused boron deficiency in soybeans. Better crops with plant food, 44:4-11.

WUTKE, A.C.P., 1972. Análise química na Avaliação da Fertilidade. In: MONIZ, A.C., Coord. Elementos de Pedologia. São Paulo, ed. Polígono, Ed. da Universidade de São Paulo. p. 223-229.

A P P E N D I C E

Tabela I - Interpretação do Índice pH do solo

Interpretação	Limites
Fortemente ácido	< 5,0
Ácido	5,0 - 5,5
Medianamente ácido	5,5 - 6,0
Fracamente ácido	6,0 - 7,0
Neutro	7,0
Alcalino	> 7,0

Fonte: GARGANTINI *et alii* (1970)

Tabela II - Níveis de interpretação de análises de solos

Análise	Baixo	Médio	Alto
Carbono (%)	< 0,85	0,85 - 1,50	> 1,50
Fósforo (P ₀₄)/l	< 0,10	0,10 - 0,30	> 0,30
Potássio (K ⁺)/l	< 0,12	0,12 - 0,40	> 0,40
Cálcio (Ca ⁺⁺)/l	< 2,00	2,00 - 4,00	> 4,00
Magnésio (Mg ⁺⁺)/l	< 0,85	0,85 - 1,50	> 1,50
Alumínio (Al ⁺⁺⁺)/l	< 0,50		> 0,50
Hidrogênio (H ⁺)/l	< 2,5	2,5 - 5,0	> 5,0
Capacidade de troca de cátions (CTC)/l	< 5,0	5,0 - 15,0	>15,0
Saturação em bases (V%)	< 50	50 - 80	> 80

/l equivalente miligrama/100 mililitros

Fonte: CATANI *et alii* (1954), com modificações

Tabela III - Interpretação dos níveis de micronutrientes em solos

Micronutriente		Deficiente	Baixo	Médio	Alto
Ferro	ppm	< 20	20 - 30	30 - 200	>200
Manganês	ppm	< 5	5 - 10	10 - 130	>130
Cobre	ppm	< 1,5	1,5 - 3,0	3,0 - 20	> 20
Zinco	ppm	< 4,0	4,0 - 6,0	6 - 40	> 40

Fonte: Agro Services International, com modificações

Tabela IV - Níveis para interpretações das análises de folhas de citros

Nutriente/l	Deficiente	Baixo	Ótimo	Alto	excesso (muito alto)
Nitrogênio	< 2,0	2,0 - 2,3	2,4 - 2,7	2,8 - 3,0	>3,0
Fósforo (P)%	< 0,09	0,09- 0,11	0,12- 0,16	0,17- 0,29	>0,30
Potássio (K)%	< 0,7	0,7 - 1,1	1,2 - 1,7	1,8 - 2,3	>2,4
Cálcio (Ca)%	< 1,50	1,5 - 2,9	3,0 - 4,5	4,6 - 6,9	>7,0
Magnésio (Mg)%	< 0,20	0,20- 0,19	0,30- 0,49	0,50- 0,70	>0,80
Enxofre (S)%	< 0,14	0,14- 0,19	0,20- 0,39	0,40- 0,60	>0,60
Ferro (Fe)ppm	35	35 - 49	50 - 120	120 - 200	> 200
Manganês (Mn)ppm	18	18 - 24	25 - 49	50 - 500	> 500
Cobre (Cu) ppm	3,6	3,6 - 4,9	5,0 -12,0	13,0- 20,0	>20,0
Zinco (Zn)ppm	18,0	18 - 24	25 - 49	50 - 200	> 200
Boro (B) ppm	20	20 - 35	36 - 100	101 - 200	> 200

/l em matéria seca.

Fonte: RODRIGUES, O. (1978)