

VALTER GONÇALVES CAMPOS

**LEVANTAMENTO NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE CITROS NO ESTÁDIO
DE PRODUÇÃO EM SOLO ORIGINALMENTE SOB CERRADO**

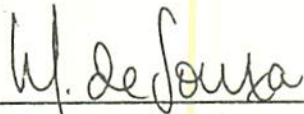
Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fito-tecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 6

LEVANTAMENTO NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE CITROS NO
ESTÁDIO DE PRODUÇÃO EM SOLO ORIGINALMENTE SOB CERRADO

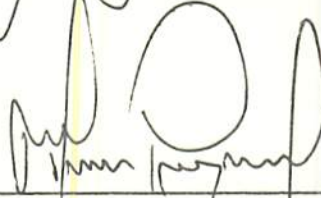
APROVADA: EM 15 DE AGOSTO DE 1986



PROF. MAURÍCIO DE SOUZA
Orientador



PROF. PAULO TÁCITO GONTIJO GUIMARÃES



PROF. MOACIR PASQUAL

LAVRAS - MINAS GERAIS

AGOSTO/1986

Aos meus pais Polycarpo e
Maria da Glória (in memoriam),
Com profunda admiração e orgulho.

Aos meus irmãos Geraldo, Mário,
Darcy, Joaquim, José e Maria Antonia
e aos meus cunhados(as),
como homenagem.

À Ana Nery

Pelo incentivo, amor e compreensão.

Ao homem rural que,
trabalhando a terra,
alimenta a humanidade

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo!...

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Amazonas - EMATER - AM, pela oportunidade de realizar o curso.

À Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMBRATER, pela bolsa concedida.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, em especial ao Departamento de Agricultura - DAG, pela aprovação do meu nome.

À Empresa Ipanema Agro-Industria S.A., pela possibilidade de realizar este trabalho em sua propriedade.

Ao professor Maurício de Souza, pela dedicada e eficiente orientação, o meu mais profundo reconhecimento.

Aos professores Carlos Ramires de R. e Silva, Thadeu de Pádua, José Caetano V. Neto, Sarasvate Hostalácio, José Geraldo de Andrade, Paulo César Lima, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Magno Antonio P. Ramalho, pelas sugestões e orientação nas análises estatísticas.

Ao professor José Eduardo Brasil P. Pinto, pela cessão dos funcionários do pomar da ESAL, para a coleta dos dados.

Aos funcionários do Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da ESAL e do Instituto "John H. Weellock", do Departamento de Ciências do Solo, pelas análises efetuadas.

Aos funcionários do pomar da ESAL, na pessoa do Sr. Ival de Souza Arantes, pela ajuda na realização dos trabalhos.

Aos Eng^{os} Agr^{os}, Ruben Ramalho Sobrinho, José Ricardo Peixoto, Paulo Roberto Alves, Edson Diogo Tavares, Sérgio Alves de Carvalho e ao prof. Marcos Paiva, pela ajuda na coleta dos dados.

Ao Eng^o Agr^o Wolney José C. Almeida da Ipanema Agro-Industria S.A., pelas contribuições prestadas.

Aos colegas de curso, Dalmo de S. Lopes, Jorge Freire da S. Ferreira e César Pereira Teixeira, pela amizade.

Aos Bibliotecários e demais funcionários da Biblioteca Central da ESAL, pelo auxílio no levantamento bibliográfico.

Aos proprietários e funcionários do Hotel e Restaurante "Pinguin", nas pessoas dos Srs. Nelson e José Vilela, pela hospitalidade.

À Celeste Aída Maciel, pelos serviços de datilografia.

Aos funcionários da Oficina Gráfica da ESAL, pela impressão da Tese.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

VALTER GONÇALVES CAMPOS, filho de Polycarpo Gonçalves Campos e Maria da Glória Costa, nasceu no município de Pouso Alegre, Estado de Minas Gerais, no dia 01 de abril de 1945. *meninas!!*

Concluiu o curso primário no Grupo Escolar Professor Joaquim Queiróz em 1956, o Curso Ginásial no Colégio São José em 1963 e o Curso Científico no mesmo colégio em 1966, na cidade de Pouso Alegre, Minas Gerais.

Em 1968 ingressou na Antiga Universidade Rural do Estado de Minas Gerais - UREMG - atual Universidade Federal de Viçosa - UFV, onde graduou-se em Engenharia Agrônômica em 1971.

Em janeiro de 1972, foi contratado pela extinta Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Amazonas - ACAR - Amazonas, hoje Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Amazonas - EMATER - Amazonas, onde permanece até o momento.

Foi liberado em 1983, para realizar o Curso de Pós-Graduação, a nível de Mestrado em Agronomia, concentração na área de Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, concluindo-o em 1986.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Aspectos Gerais da Região de Cerrado	4
2.2. Elementos Nutritivos	7
2.2.1. Nitrogênio	13
2.2.1.1. Nitrogênio no Solo	13
2.2.1.2. Absorção e Translocação	14
2.2.1.3. Função e Teor na Planta	15
2.2.1.4. Sintomas de Deficiência e Excesso .	16
2.2.2. Fósforo	17
2.2.2.1. Fósforo no Solo	17
2.2.2.2. Absorção e Translocação	19
2.2.2.3. Função e Teor na Planta	20
2.2.2.4. Sintomas de Deficiência e Excesso .	22
2.2.3. Potássio	23
2.2.3.1. Potássio no Solo	23
2.2.3.2. Absorção e Translocação	24
2.2.3.3. Função e Teor na Planta	25
2.2.3.4. Sintomas de Deficiência e Excesso .	27
2.2.4. Cálcio	28

2.2.4.1. Cálcio no Solo	28
2.2.4.2. Absorção e Translocação	30
2.2.4.3. Função e Teor na Planta	31
2.2.4.4. Sintomas de Deficiência e Excesso .	33
2.2.5. Magnésio	34
2.2.5.1. Magnésio no Solo	34
2.2.5.2. Absorção e Translocação	35
2.2.5.3. Função e Teor na Planta	36
2.2.5.4. Sintomas de Deficiência e Excesso .	38
2.3. Avaliação da Fertilidade do Solo	39
2.4. Avaliação Nutricional pela Análise Foliar	41
3. MATERIAL E MÉTODOS	46
3.1. Material	46
3.1.1. Cultivares	46
3.1.2. Solo	47
3.2. Métodos	47
3.2.1. Delineamento Experimental	47
3.2.2. Altitude do Terreno	48
3.2.3. Amostragem e Análises das Folhas	49
3.2.3.1. Avaliação do Estado Nutricional .	51
3.2.4. Amostragem e Análise do Solo	53

3.2.4.1. Avaliação da Fertilidade do Solo .	54
3.2.5. Informações Complementares	55
3.2.5.1. Amostragem e Análise do Solo nas Entrelinhas de Plantio	55
3.2.5.2. Circunferência do Caule	55
3.2.6. Análise Estatística	55
4. RESULTADOS	57
4.1. Avaliação Nutricional pela Análise Foliar	57
4.2. Avaliação da Fertilidade do Solo	62
4.2.1. Na Projeção Vertical das Copas das Árvores.	62
4.2.2. No Centro das Entrelinhas de Plantio	65
4.3. Circunferência do Caule	70
5. DISCUSSÃO	74
5.1. Avaliação Nutricional pela Análise Foliar	74
5.1.1. Nitrogênio	75
5.1.2. Fósforo	76
5.1.3. Potássio	77
5.1.4. Cálcio	78
5.1.5. Magnésio	79
5.2. Avaliação da Fertilidade do Solo	80
5.3. Circunferência do Caule	83

6. CONCLUSÕES	85
7. RESUMO	87
8. SUMMARY	89
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Altitudes do local de plantio de cinco cultivares de citros determinadas no pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	49
2	Teores orientativos para o diagnóstico do estado nutricional de culturas adultas de citros por meio da análise foliar segundo EMBLETON & JONES (19)	52
3	Níveis de fertilidade do solo classificados pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15)	54
4	Resumo da análise de variância e coeficiente de variação dos teores de N, P, K, Ca e Mg determinados na m.s. das folhas de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	58
5	Comparação (Tukey 5%) das médias dos nutrientes determinados na m.s. das folhas de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	60

QUADRO

6	Média dos teores de N, P, K, Ca e Mg determinados na m.s. das folhas de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	61
7	Resumo da análise de variância e coeficiente de <u>va</u> riação dos componentes químicos determinados nas <u>a</u> mostras de solos coletadas na projeção vertical da copa de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	63
8	Comparação (Tukey 5%) das médias de MO e Mg determinados na projeção vertical das copas das árvores de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	64
9	Média dos resultados das análises químicas das amostras de solos coletadas na projeção vertical das copas das árvores de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	66
10	Resumo da análise de variância e coeficiente de <u>va</u> riação dos componentes químicos determinados nas <u>a</u> mostras de solos coletadas no centro das <u>ent</u> relinhas de plantio de cinco cultivares de citros do <u>po</u> mar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	67

QUADRO

11	Comparação (Tukey 5%) das médias dos componentes químicos determinados no centro das entrelinhas de plantio de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985 ..	69
12	Média dos resultados das análises químicas das amostras de solos coletadas no centro das entrelinhas de plantio de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.	71.
13	Resumo da análise de variância e coeficiente de variação das circunferências dos caules de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	72
14	Comparação (Tukey 5%) das médias das circunferências dos caules de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985	73

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destacou-se nos últimos anos, como o principal produtor mundial de frutos cítricos. É também o país que possui o maior número de citrinas plantadas, cuja população é estimada em, aproximadamente, 200 milhões de árvores, cobrindo uma área de mais de 650 mil hectares, conforme dados do IBGE (33).

A citricultura brasileira cresceu a uma taxa anual de aproximadamente 8% nos últimos 15 anos, segundo a EMBRAPA (21).

Condições adversas de clima, principalmente as geadas dos últimos anos e problemas fitopatológicos, como o cancro cítrico, afetaram negativamente a produção dos Estados Unidos da América, até recentemente o primeiro produtor mundial e, também, o maior importador de suco concentrado e congelado do Brasil.

Dados contidos no EXPORTAÇÕES EM 83 E 84 (23) revelam que as exportações, de mais de 900 mil toneladas de suco concentrado e congelado de citros, renderam ao Brasil em 1984, cerca de 1,42 bilhão de dólares, confirmando a posição do país como primeiro exportador mundial desse tipo de suco.

Grande parte da citricultura nacional está instalada em

solos com vegetação original de cerrados. Estes solos ocupam aproximadamente 25% do território brasileiro, ou seja, 180 milhões de hectares; segundo RANZANI (51). Tais solos são de baixa fertilidade natural, caracterizada principalmente pelos baixos teores de P e Ca^{++} , alto teor de Al^{+++} e elevada acidez; segundo SOUZA (70).

Apesar de o Brasil ser o primeiro produtor mundial de citros, a produtividade dos pomares nacionais é inferior à de outros países. Isto se deve, principalmente ao mau estado nutricional de nossas plantações; segundo ANDRADE (5) e MALAVOLTA (40).

A implantação de centenas de milhares de citrinas, em solos sob vegetação original de cerrado, no sul de Minas Gerais é um exemplo do uso de solos pobres na citricultura brasileira; segundo SOUZA (71).

Para avaliar o estado nutricional das citrinas nesses solos, pode-se usar os seguintes métodos: o que se baseia no lucro auferido, que geralmente leva a um ciclo vicioso e desestimulante; os sintomas visuais; a análise de solo; a análise de folhas e a experimentação local, que embora caro e demorado é o que oferece maior segurança; segundo SOUZA (70), TROCME & GRAS (73) e RIVERO (54). Os mesmos autores consideram que um método não exclui os demais e, sim, que ambos são complementares entre si.

Dos métodos citados, dois são atualmente os mais recomendados. A análise do solo e a análise foliar.

A análise do solo exige uniformidade da área a ser amostrada quanto, ao relevo, a cor e textura do solo, cobertura vegetal, drenagem e em culturas, já instaladas, um histórico das adubações realizadas; segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15).

A análise foliar se baseia em três premissas básicas, que consideram a existência de uma correlação positiva entre: 1ª o teor de nutrientes no solo e nas folhas; 2ª o teor de nutrientes no solo e a produção e, a 3ª entre o teor de nutrientes nas folhas e a produção; segundo MALAVOLTA (40) e RIVERO (54).

O diagnóstico do estado nutricional, pela análise foliar é feito, pela comparação dos resultados obtidos nas análises das amostras de folhas, com os respectivos padrões previamente definidos; segundo SOUZA (70).

Para as comparações fazem-se necessárias amostras homogêneas, e com características semelhantes àquelas realizadas para a determinação do padrão. Existem diversas características que interferem nos resultados de uma determinada amostra. Entre elas estão a cultivar e a altitude. Características estas comuns nos pomares do sul de Minas Gerais, compostos, geralmente, por mais de uma cultivar e instalados em solos de relevo acidentado.

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional de cinco cultivares de citros, em duas altitudes do terreno, de um dos maiores pomares cítricos, instalados em solos sob vegetação original de cerrado do sul do Estado de Minas Gerais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos Gerais da Região de Cerrados

O solo é o ambiente natural que serve de suporte aos vegetais superiores. É, também, o principal fornecedor de nutrientes necessários ao normal crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas; segundo EPSTEIN (22).

NAIME (47) considera que, dentro de certos limites, as propriedades químicas dos solos são de menor importância do que as físicas, isto porque são mais fáceis e mais baratas de serem corrigidas, através da aplicação de corretivos e fertilizantes.

O cultivo desordenado e esgotante dos solos, por anos sucessivos, vem reduzindo o potencial agrícola das chamadas terras de cultura; segundo FREITAS (26). Este fato, aliado ao contínuo crescimento da população humana com a consequente necessidade de se produzir maiores quantidades de alimentos, tem exigido a incorporação de novas áreas no processo produtivo em todo o mundo.

As maiores reservas de terras com possibilidades de a-

proveitamento agrícola e pastoril estão situadas no Brasil. País que possui, aproximadamente, 6 milhões de Km² de solos potencialmente utilizáveis espalhados na Amazônia (Região de florestas) e no Planalto Central (Região de cerrados); segundo ALVIM & SILVA (3).

Os solos sob vegetação de cerrado são profundos e permeáveis, o seu relevo facilita a mecanização agrícola, suas características físicas não apresentam barreiras ao crescimento das raízes, e possuem boa drenagem. Entretanto, são extremamente pobres em P, Ca, Mg, Zn, S, N e pobres em K, Cu e B. Apresentam elevada acidez; alta fixação de P; CTC extremamente baixa; problemas de toxidez de Al e, às vezes de Mn e Fe; baixo teor de matéria orgânica; reduzida capacidade de retenção de água; excessiva lixiviação de nutrientes e, elevada susceptibilidade à erosão, segundo o SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS (65) e GALRÃO & LOPES (29).

As classes texturais dos solos sob cerrado, existentes no planalto central brasileiro, podem ser agrupadas de uma maneira muito generalizada em: solos arenosos 35,6%, solos barrentos 24,5% e solos argilosos 39,9%, de acordo com RANZANI (52).

SATURNINO et alii (64) afirmam que 75 a 80% da área de cerrados no Brasil esteja no Planalto Central, que abrange os estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

GOEDERT (30) resume as características climáticas da região dos Cerrados em: a) temperatura média anual de 22°C, difi-

cilmente ocorrem geadas e quando isto acontece, apenas o sul da região é afetado. b) insolação de 7 a 10 horas por dia. c) radiação solar de aproximadamente $450 \text{ cal/cm}^2/\text{dia}$. d) precipitação pluviométrica de 1.000 a 1.700 mm/ano. Estas condições são satisfatórias para a maioria das culturas, com exceção das chuvas, cuja distribuição é irregular. Já que na época chuvosa (outubro-abril) ocorre cerca de 90% da precipitação anual total. Também é prejudicial às culturas a ocorrência dos "veranicos", períodos de 8 a 20 ou mais dias sem chuvas durante a estação chuvosa, aliados a alta evapotranspiração nessa época e a baixa capacidade de retenção de água pelo solo.

Um dos grandes desafios na ocupação dos cerrados é a definição segura dos sistemas de produção mais recomendados para a região. Isto, no entanto, não significa falta de conhecimento suficiente para a condução dos programas iniciais de ocupação, desde que sejam usados corretivos, fertilizantes, defensivos e, para culturas de inverno a irrigação; segundo ALVIM & SILVA (3). Os mesmos autores consideram que o único grande problema inicial a ser enfrentado é, precisamente, o custo desses tratamentos.

—Embora, nem sempre, da maneira mais adequada, os cerrados vêm sendo gradativa e continuamente incorporados, ao processo produtivo do setor primário brasileiro. Isto é comprovado pelas citações de SOUZA (71) e BUENO (11), de que a expansão da citricultura nacional vem sendo feita, principalmente, em solos sob vegetação original típica de cerrado.

A capacidade de adaptação dos citros aos diferentes tipos de solos é realmente muito grande e, se deve, principalmente, a possibilidade de se utilizar porta-enxertos de acordo com as características do solo; segundo NAIME (47). Entretanto, esse autor considera, como solos mais favoráveis à citricultura, os que apresentam boa fertilidade, topografia favorável à mecanização, textura média, boa profundidade efetiva, boa drenagem, boa porosidade, acidez entre 5,5 e 6,5 de pH e sejam resistentes à erosão.

Quanto ao clima para a citricultura, o mais indicado é o que apresenta precipitações pluviométricas de 1.300 a 1.500 mm bem distribuídos no ano; temperaturas médias de 20 a 30°C (com mínima de 12.8 e máxima de 36°C); segundo RODRIGUEZ (56).

AMARAL (5) acrescenta que a região deve ter boa insolação, não deve ser sujeita às geadas, ventos frios e fortes, nem à seca muito prolongada, a não ser que se possa irrigá-la.

A agricultura na região dos cerrados não deve ser considerada em função da sua potencialidade, e sim pela realidade dos resultados já obtidos através do manejo adequado e, integração dos conhecimentos agrônômicos; segundo LOPES (38).

2.2. Elementos Nutritivos

Nutrientes são os compostos químicos exigidos pelos organismos vivos para o seu crescimento e metabolismo, enquanto que

o suprimento e a absorção desses compostos são definidos como nu trição, segundo MENGEL & KIRKBY (44).

De acordo com CARPENA-ARTÉS (13), o crescimento ótimo das plantas depende, fundamentalmente, da participação balanceada dos elementos nutritivos, nas diversas atividades biológicas das mesmas.

ARNON & STOUT (6) consideram que um elemento é essencial, quando ele é requerido durante todo o ciclo normal de vida de um organismo e cujas funções não podem ser substituídas pelas de outros compostos químicos.

Os elementos minerais essenciais participam das reações vitais das plantas, quer como constituinte dos tecidos a exemplo do N e do Mg, que são componentes da clorofila, quer como colaboradores das reações, a exemplo do K, que não entra na composição de qualquer substância, mas em cuja ausência não se processa a reação de síntese; segundo SOUZA (70).

Os elementos minerais essenciais às plantas são dividi dos em macro e micro-nutrientes, de acordo com as quantidades em que são requeridos pelas mesmas; segundo SOUZA (70).

Os macro-nutrientes essenciais as plantas são C, H, O, N, P, K, Ca, Mg e S. Como micro-nutrientes tem-se B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn; segundo BUCKMAN & BRADY (10) e MALAVOLTA (39).

Em condições de campo, não se conhece a deficiência de S, cujos sintomas só foram determinados em soluções nutritivas

controladas. Em citros nunca se encontrou deficiência de Cl e Na. Os três maiores nutrientes C, H e O são fornecidos em quantidades suficientes pelo ar atmosférico e pela água. Em solos ácidos não se observa a deficiência de Fe, E, a de Mo só é constatada em solos excessivamente ácidos. O Cu é fornecido de modo satisfatório pelas pulverizações cúpricas, usadas normalmente para o controle da Verrugose do Citros; segundo RODRIGUEZ (56).

→ A produtividade de uma caixa por planta, obtida na maioria dos pomares brasileiros de citros, é considerada baixa; por MALAVOLTA (40). A média de 50 toneladas de frutos por hectare/ano, quando o laranjal atingir a idade adulta (10 - 15 anos de idade), é tida como uma boa produtividade; segundo SALIBE (61).

De acordo com PEREIRA (49) as plantas bem nutridas podem apresentar maiores produções e frutos de melhor qualidade, que são condições imprescindíveis para se obter alta rentabilidade.

→ O fornecimento de nutrientes, pela adição de fertilizantes em solos pobres, é um dos fatores que mais contribui para o aumento da produção de qualquer cultura; segundo AMARAL (4). O mesmo autor considera que o efeito da adubação poderá ser reduzido, pela não consideração de outros fatores, tais como: variedades ou cultivares, época e modo de aplicação, competição de ervas daninhas, outros tratamentos culturais, acidez do solo, época e método de colheita e o próprio adubo.

→ De acordo com SILVA (66) as variedades de citros res-

pondem diferentemente à fertilização, pois as plantas não possuem as mesmas exigências e reagem de maneira diversa, em função do meio ao qual estão submetidas.

A absorção de nutrientes pelas plantas é feita, principalmente, através dos pelos absorventes e zonas não suberificadas das raízes; segundo TROCME & GRAS (73). Os mesmos autores recomendam que os cuidados dispensados ao solo de um pomar, devem essencialmente, assegurar o bom desenvolvimento das raízes, pon-do à sua disposição a água e os elementos nutritivos exigidos pelas plantas.

→ Quanto maior o desenvolvimento do sistema radicular, maior será o volume de solo explorado pelo mesmo e, portanto, maior a possibilidade de absorção de água e nutrientes, indispensáveis ao seu próprio desenvolvimento e de toda a planta; segundo LOPES (38).

Em condições favoráveis de solo, as raízes dos citros chegam a alcançar de 8 a 10 m de extensão a partir do caule e 5 a 6 m de profundidade; de acordo com NAIME (47).

A absorção de nutrientes pelos citros é contínua durante todo o ano, com piques nos dois surtos principais de desenvolvimento. O primeiro chamado de surto da primavera (julho a setembro) com folhas e flores e o segundo, de verão (dezembro a fevereiro), praticamente, só com folhas e quando os frutos já estão em crescimento; segundo RODRIGUEZ (56).

A absorção de nutrientes é intensamente reduzida, durante os meses frios de inverno; segundo RIVERO (54).

No sul do Estado de Minas Gerais as plantas apresentam dois a quatro surtos anuais de crescimento; de acordo com OGATA (48).

Para ocorrer a absorção de nutrientes, ou seja, a passagem dos íons da solução do solo para o interior das células das raízes, é necessário que os elementos nutritivos entrem em contato com a superfície das raízes, e isto, pode se verificar de três maneiras: 1) interceptação radicular, a raiz entra em contato com os íons nutrientes à medida em que cresce através do solo; 2) fluxo de massa ou convecção, um grande volume de água entra pelas raízes, carregando consigo substâncias nutritivas hidrossolúveis; e 3) difusão, os íons movem-se até as raízes a favor de um gradiente de concentração, indo dos pontos de maior para os de menor concentração; segundo JONES (35).

RIVERO (54) e MALAVOLTA (39) consideram que a nutrição deficiente das plantas é devida às seguintes causas: insuficiência de nutrientes no solo; presença de nutrientes no solo, mas em formas não assimiláveis pelas raízes; desbalanceamento dos nutrientes no solo, com uns interferindo na normal absorção de outros; danos físicos nas raízes, impedindo sua atividade normal de absorção; ocorrência de pragas e/ou doenças, tanto nas raízes como na parte aérea da planta; umidade excessiva ou deficiente no solo; aeração insuficiente na região de absorção das raízes; tempe

ratura muito alta ou muito baixa no solo e na atmosfera; excesso ou falta de insolação; concorrência de outras plantas em nutrientes, água e luz; e o próprio vegetal.

As interações entre os elementos nutritivos são evidenciadas através de vários trabalhos, citados por SILVA (67) e RODRIGUEZ (56).

O teor de um dado nutriente na planta pode ser influenciado pela presença de outro. Três casos principais de interação podem ocorrer: 1) antagonismo, quando a presença de um nutriente diminui a absorção de outro; isto é comum entre Ca e Cu, N e P, N e K; 2) inibição que pode ser competitiva, caso entre K e Ca e K e Mg e não competitiva, como ocorre entre P e Zn; 3) sinergismo, quando a presença de um elemento aumenta absorção de outro, caso do N e Mg; segundo MALAVOLTA (39) e RODRIGUEZ (56).

Nos países de tecnologia mais avançada, a avaliação do estado nutricional normalmente é feita com base nas análises de folhas. No Brasil, provavelmente, devido a carência de dados de pesquisas e de laboratórios especializados em análise foliar, as avaliações, na sua maioria, ainda se baseiam, apenas nas análises de solos, com resultados nem sempre satisfatórios; segundo ROSAND (59).

2.2.1. Nitrogênio

2.2.1.1. Nitrogênio no Solo

O N está presente nos solos, em pequenas quantidades, mas é requerido em larga escala pelas plantas, segundo ANDRADE (5). Para MALAVOLTA (39) a principal reserva de N no solo é a matéria orgânica.

O N atmosférico pode ser adicionado ao solo, por meio das descargas elétricas; das chuvas e poeiras; da fixação simbiótica ou assimbiótica e de restos vegetais ou animais. Por outro lado pode ser perdido por lixiviação; volatilização; desnitrificação; erosão; e absorção pelas plantas; de acordo com MALAVOLTA (40) e RIVERO (54).

KIEHL (37) considera que o teor de N contido na matéria orgânica depende essencialmente do material que lhe deu origem e de sua pureza, podendo-se encontrar teores de N variando, desde 0,48 na palha de milho, até 5,4% na torta de mamona.

UEXKULL (74) defende o plantio de leguminosas, como adubo verde para a cultura dos citros, por elas fixarem o N atmosférico; ajudarem no controle da erosão; reduzirem as perdas por lixiviação; incorporarem matéria orgânica ao solo e promoverem a formação de micorrizas, altamente benéficas para as plantas cítricas.

O balanço de N no solo envolve muitos fatores, tais co

mo: teor de matéria orgânica; microorganismos; incorporação de restos culturais e esterco; aplicação de fertilizantes nitrogenados; fixação biológica do N_2 atmosférico; adição pelas chuvas; remoção pelas culturas; perdas por volatilização, lixiviação e erosão; fixação do NH_4 pelas argilas silicatadas do tipo 2:1; tipo de cobertura vegetal; condições climáticas e características do solo; segundo PURCINO (50) e MENGEL & KIRKBY (44).

A eficiência das plantas na absorção do N aplicado ao solo é da ordem de 50% para as condições Norte-Americanas; segundo BARBER (8). No Brasil essa eficiência chega aos 60%, segundo FERNANDES (24).

2.2.1.2. Absorção e Translocação

O principal mecanismo de absorção do N do solo pelas plantas é o fluxo de massa; segundo MALAVOLTA (39).

O N pode ser absorvido na forma de íons nitrato ou amônia da solução do solo, ou na forma gasosa de N_2 atmosférico. A absorção desta última forma é realizada por meio de certos microorganismos que vivem em simbiose com alguns vegetais superiores; segundo MENGEL & KIRKBY (44).

O N pode ser absorvido pelas plantas cítricas durante todo o ano, mas a maior taxa de absorção ocorre nos meses quentes; conforme estudos de CAMP et alii (13).

O N absorvido no outono e no inverno fica acumulado nas

folhas e ramos até a primavera, quando é redistribuído, sendo usado, em grande parte, no florescimento e frutificação. Quando se inicia o desenvolvimento vegetativo os teores de N, P e K das folhas tendem a diminuir, possivelmente, devido a saída desses nutrientes para os ramos e folhas novas, botões florais e frutos; segundo Kampfer e Uexkull, citados por PEREIRA (49).

A aplicação de N provoca uma visível resposta dentro de poucos dias. Isto foi demonstrado por BITCOVER & WANDER (8), em trabalhos com plantas jovens cultivadas em areia. Estas removeram até 44% do N aplicado em solução aquosa de uma única vez.

2.2.1.3. Função e Teor na Planta

O N se incorpora ao vegetal como constituinte da clorofila, das proteínas, dos aminoácidos, dos ácidos nucléicos, dos alcalóides, das enzimas e de outros compostos essenciais ao metabolismo das plantas; segundo RODRIGUEZ (56) e SOUZA (70).

Baixo teor de N reduz o desenvolvimento foliar, a produtividade, o tamanho do fruto e a espessura da casca, mas melhora a qualidade do suco; segundo SIMÃO (68). O mesmo autor considera que o excesso de N origina hastes fracas, com menor resistência às doenças, frutos grandes, de maturação tardia e de pior qualidade.

Teores de N da ordem de: 2,72 e 2,43%; 2,63 e 2,61%; 2,66 e 2,58%; 2,67 e 2,27%; 2,66 e 2,31%, respectivamente para as

cultivares Valência; Natal; Pera-Rio; Baianinha e Murcote, foram determinados na m.s. de folhas com 4 - 7 meses de idade, geradas na primavera e colhidas de ramos sem fruto, em trabalhos conduzidos no sul do Estado de Minas Gerais, por OGATA (48) e SANTOS (62).

Teores de N da ordem de 2,41% e 2,71%, respectivamente, para a m.s. das folhas das cultivares Pera-Rio e Baianinha, foram encontrados por GALLO et alii (27).

O limoeiro "cravo", aos 6 meses pós-semeadura, revelou teores de N, na m.s. total das plantas, bem superiores aos normalmente encontrados nas plantas adultas, conforme trabalho conduzido por SILVA (67).

Doses elevadas de N diminuem o teor de P, K e Mn na m.s. das folhas de citros. O efeito depressivo, dessas mesmas doses sobre o conteúdo de Cu, B e S é menos significativo; segundo GUARDIOLA & GONZALES - SICILIA (32).

O conteúdo de N nas folhas de citros diminui com a aplicação de doses crescentes de P no solo. Isto foi constatado por GALLO et alii (27) e SOUZA (71) em plantas adultas. E, por SILVA (67) em mudas até os 6 meses pós-semeadura.

2.2.1.4. Sintomas de Deficiência e Excesso

Quando o suprimento de N é inadequado, o N das folhas mais velhas é mobilizado para os tecidos e órgãos novos em cres-

cimento. Por esta razão, as plantas com deficiência de N mostram os primeiros sintomas nas folhas mais velhas; segundo PURCINO (50).

De acordo com RODRIGUEZ (55) e MALAVOLTA (40) os sintomas mais comuns da deficiência de N são: diminuição e, em casos extremos, paralisação do crescimento vegetativo, redução no número e tamanho das folhas, amarelecimento geral da folhagem, incluindo também as nervuras das folhas, produção menor devido ao menor número e tamanho dos frutos, os frutos apresentam casca fina e coloração verde-pálida, a maturação é precoce e pode ocorrer o secamento das extremidades dos ramos.

O excesso de N promove um crescimento vigoroso da planta; as folhas são grandes e verde-escuras; maior succulência nos tecidos e maior susceptibilidade às doenças; os frutos são menores, mais ácidos e de casca grossa; a maturação é retardada; segundo SOUZA (70), RODRIGUEZ (56).

2.2.2. Fósforo

2.2.2.1. Fósforo no Solo

A pobreza em P, aliada a alta capacidade de fixação deste elemento é uma das características mais marcantes da maioria dos solos de Minas Gerais, notadamente daqueles da área sob vegetação de cerrado; segundo LOPES (38).

A importância do P para a agricultura brasileira ficou provada, através do Programa Difusão do Uso de Fertilizantes e Corretivos desenvolvido na década de 70 pela FAO, ANDA e ABCAR. Os resultados dos experimentos, conduzidos em vários estados do Brasil, mostraram que a aplicação de doses crescentes de P aumenta a produção das culturas em todos os casos, VAN RAIJ (78).

Os fatores que mais afetam a disponibilidade de P para as plantas são: conteúdo de P na solução do solo; tipo e teor de argila; presença de hidróxidos de Al, Fe e Mn; teor de matéria orgânica; temperatura, umidade, compactação e aeração do solo; pH do solo; quantidade, época e modo de aplicação de fertilizantes fosfatados e aplicação de outros nutrientes; segundo LOPES (38) e TISDALE & NELSON (72).

A característica física que mais afeta a disponibilidade de P no solo é a textura; segundo Olsen et alii citado por SILVA (67). O mesmo autor constatou que para um mesmo nível de absorção pelas plantas, a quantidade de P aplicada em solos argilosos deve ser maior do que aquela aplicada em solos arenosos. Atribuiu tal fato a maior capacidade tampão e/ou de fixação do P nos solos argilosos.

A quantidade de P a ser aplicada no solo deve ser bem maior do que aquelas exigidas pelas culturas. Nas condições Norte-Americanas, apenas 10% do fósforo adicionado ao solo, como fertilizantes, é aproveitado pelas plantas; segundo BARBER (7). No Brasil; segundo FERNANDES (24), esse aproveitamento chega aos 30%.

No solo o P pode ser encontrado em três formas: 1) na forma fixada ou fortemente adsorvido ao Ca, Fe e Al; 2) na disponível, que é o P da solução do solo e aquele fracamente adsorvido; 3) P orgânico; segundo MALAVOLTA (40).

A faixa do pH do solo mais favorável à absorção do P está situada entre 6,0 e 6,5. Em pH acima de 6,5 os íons fosfatos podem ser precipitados pelo Ca e Mg. No pH em torno de 5,0, como é o caso dos solos tropicais ácidos, as atividades do Fe e Al são aumentadas e o P é precipitado sob a forma de fosfatos relativamente insolúveis; de acordo com JONES (36).

2.2.2.2. Absorção e Translocação

A quantidade de P absorvido pelas plantas cítricas é pequena, quando comparada com as de Ca, N e K. Este aspecto, entretanto, não diminui a importância desse elemento para as plantas; segundo SOUZA (70).

O P é absorvido pelas plantas numa proporção de 8 a 9 vezes menos que o K e 15 a 18 vezes menos que o N; segundo SANTOS (62).

O P é absorvido pelas raízes das plantas nas formas dos ânions fosfatos $H_2PO_4^-$, HPO_4^{--} e PO_4^{---} , com preferência pela primeira. Possivelmente isto seja devido a natureza normalmente ácida dos solos, que favorece a concentração de íons $H_2PO_4^-$ em relação aos de HPO_4^{--} e PO_4^{---} ; segundo MALAVOLTA (39) e MENGEL & KIRKBY (44).

O principal mecanismo de absorção do P pelas raízes é o de difusão. Embora, possa ser também absorvido, em pequenas proporções, através dos mecanismos de fluxo de massa e de interceptação radicular; de acordo com MALAVOLTA (39) e JONES (36).

No inverno o frio reduz a absorção de P, de modo que no surto primaveril, ocorre uma considerável redistribuição desse elemento das folhas mais velhas em direção aos novos tecidos e órgãos, em formação, na planta; segundo MALAVOLTA (39).

O P absorvido pelas raízes é rapidamente envolvido nos processos metabólicos da planta; segundo MENGEL & KIRKBY (44). A incorporação de 80% do fosfato absorvido pelas raízes em compostos orgânicos, apenas 10 minutos após a absorção é comentada por JACKSON & HAGEN (34).

2.2.2.3. Função e Teor na Planta

O P é essencial na fisiologia vegetal, pois faz parte do ATP, da síntese de proteínas, da síntese e desdobramento de carboidratos e gorduras. Participa ainda da fotossíntese, da respiração, dos processos metabólicos da planta e da divisão celular. É constituinte de algumas nucleoproteínas e dos ácidos nucleicos (RNA e DNA). Possui funções estruturais. E, é fundamental no armazenamento, transporte e utilização de energia pela planta; segundo EPSTEIN (22) e MENGEL & KIRKBY (44).

O P é importante pela atuação no desenvolvimento geral da planta. A maior resposta à sua aplicação é observada na fase

inicial do crescimento, pois nesta fase a quantidade de P absorvida pode chegar a 50% do total absorvido durante todo o ciclo da planta; segundo BLACK (9).

Sua importância no sistema radicular, nos processos de formação, maturação e germinação das sementes e frutos e no vinqamento floral é comentada por BUCKMAN & BRADY (10).

O P aplicado como fertilizante na forma de superfosfato simples, durante os 3 primeiros anos de crescimento da laranja 'Pera-Rio' plantada em solos de cerrado, foi o macronutriente mais atuante em todas as características estudadas por SOUZA (71).

Aumentos médios de 5% na produção da laranja 'Baianinha', com doses crescentes de 50 grs. de P_2O_5 em 1951, até 200 grs. em 1957, foram constatados por RODRIGUEZ & MOREIRA (58). Os mesmos autores verificaram que doses duplas de P_2O_5 , durante o mesmo período, causaram aumentos médios de 17% na produção da mesma cultivar.

O P aplicado na forma de superfosfato simples aumentou a concentração de P e de Ca nas folhas e nos frutos da laranja 'Pera-Rio' e, reduziu a concentração de N e de K nas folhas. Aumentou também os valores de Ca + Mg e do pH do solo, conforme trabalho conduzido por SOUZA (71).

As concentrações de P nas plantas cítricas variam em função do porte, idade e variedade; segundo SANTOS (62) e OGATA (48).

inicial do crescimento, pois nesta fase a quantidade de P absorvida pode chegar a 50% do total absorvido durante todo o ciclo da planta; segundo BLACK (9).

Sua importância no sistema radicular, nos processos de formação, maturação e germinação das sementes e frutos e no vinqamento floral é comentada por BUCKMAN & BRADY (10).

O P aplicado como fertilizante na forma de superfosfato simples, durante os 3 primeiros anos de crescimento da laranjeira 'Pera-Rio' plantada em solos de cerrado, foi o macronutriente mais atuante em todas as características estudadas por SOUZA (71).

Aumentos médios de 5% na produção da laranjeira 'Baianinha', com doses crescentes de 50 grs. de P_2O_5 em 1951, até 200 grs. em 1957, foram constatados por RODRIGUEZ & MOREIRA (58). Os mesmos autores verificaram que doses duplas de P_2O_5 , durante o mesmo período, causaram aumentos médios de 17% na produção da mesma cultivar.

O P aplicado na forma de superfosfato simples aumentou a concentração de P e de Ca nas folhas e nos frutos da laranjeira 'Pera-Rio' e, reduziu a concentração de N e de K nas folhas. Aumentou também os valores de Ca + Mg e do pH do solo, conforme trabalho conduzido por SOUZA (71).

As concentrações de P nas plantas cítricas variam em função do porte, idade e variedade; segundo SANTOS (62) e OGATA (48).

2.2.3. Potássio

2.2.3.1. Potássio no Solo

Todo fertilizante contendo potássio ainda é importado. Este fato evidencia a necessidade de melhores conhecimentos sobre o mesmo, para que se obtenha a máxima eficiência no seu uso; segundo YAMADA (80).

De acordo com LOPES (38) e YAMADA (80), o K no solo pode ser classificado em: 1) K não trocável ou estrutural, que constitui 90 - 98% do total. É representado pelos minerais potássicos primários e pelo K não prontamente disponível, fixado entre as camadas de argilas do tipo 2:1 e 2:2. 2) K trocável nas diferentes formas, que constitui 2 - 8% do total. É representado pelo K adsorvido no complexo coloidal do solo. 3) K na solução do solo, que constitui apenas 0,1 a 0,2% do total. Esta é a forma de K absorvida pelas plantas.

As concentrações de K, Ca e Mg, na solução do solo devem ser balanceadas, pois o excesso de Ca e/ou Mg determina um menor aproveitamento do K, provavelmente por inibição não competitiva; segundo MALAVOLTA (39). Por isso SOUZA (70) adverte que as pesadas aplicações de calcário, nos solos sob vegetação de cerrado, poderão provocar em citros um desequilíbrio entre esses cátions, com a conseqüente manifestação de carência de K, mesmo em culturas novas.

Nas condições Norte-Americanas, o índice de aproveitamento, pelas plantas, do K aplicado ao solo através dos adubos comerciais é da ordem de 20 - 40%; segundo BARBER (7). No Brasil esse mesmo índice chega a 70%; de acordo com FERNANDEZ (24).

2.2.3.2. Absorção e Translocação

O K é o terceiro elemento mais absorvido pelas plantas cítricas, perdendo apenas para o Ca e N; segundo Kampfer & Uexkull, citados por PEREIRA (49).

O K é absorvido pelas raízes das plantas através dos mecanismos de fluxo de massa e difusão; de acordo com BARBER (7). O mesmo autor considera que os principais fatores que podem afetar essa absorção são: conteúdo de K na solução do solo; umidade e temperatura do solo. espécie e cultivar; idade da planta; transpiração; presença de outros nutrientes e morfologia do sistema radicular.

O K é absorvido pelas raízes na forma de cátion K^+ , o qual é muito móvel na planta. Seu transporte é feito principalmente em direção aos tecidos meristemáticos. Frequentemente o K das partes mais velhas é removido para os tecidos mais jovens da planta; segundo MENGEL & KIRKBY (44).

De acordo com MALAVOLTA & GOMES (41) a máxima absorção de K ocorre na primavera e no verão, quase cessando no inverno. Durante a maturação dos frutos o teor foliar de K é reduzido em

até 60%, provavelmente devido à redistribuição do nutriente das folhas para os frutos e outros órgãos da planta.

2.2.3.3. Função e Teor na Planta

A função exata exercida pelo K nas plantas, ainda não é bem conhecida; segundo SALIBE (60).

O K é essencial na produção de frutos, sendo o nutriente que mais influencia a qualidade dos mesmos; segundo TROCME & GRAS (73).

SOUZA (70) considera que o K não exerce influência no crescimento. Sua função está ligada à fotossíntese e formação de proteínas; à formação e transporte de açúcares; à diminuição da transpiração e manutenção da turgescência das células.

Para YAMADA (80) a fotossíntese, ou seja, a transformação da energia luminosa em energia química (ATP e NADPH) depende fundamentalmente do K. E, como as funções vitais da planta dependem, direta ou indiretamente, do ATP e NADPH fica evidente a importância do K no metabolismo das mesmas. Esse mesmo autor considera que o efeito do K na fotossíntese se reflete em: maior assimilação de CO_2 ; maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas, maior síntese de sacarose, amido, lipídios, amino-ácidos e proteínas; maior eficiência no uso de água devido ao melhor controle da abertura e fechamento dos estômatos; maior eficiência enzimática devido não só, a sua função de ativador das reações en-

zimáticas, mas também pelo maior suprimento de proteínas, que são constituintes das enzimas.

As folhas dos citros contêm cerca de 20% de todo o K e existente na planta, sendo o restante distribuído entre as raízes, ramos, troncos e folhas; de acordo com SIMÃO (68).

A laranjeira 'Baianinha' não respondeu à aplicação de K até os 8 anos de idade. A partir desta idade e, nos 10 anos seguintes, médias de produção de 12 e 20% superiores à testemunha, devido à aplicação respectiva de 200 e 400 gr. de K_2O por planta/ano, foram obtidas nos trabalhos de RODRIGUEZ & MOREIRA (58).

O K aumenta o peso do fruto; de acordo com Koo & Reese citados por SILVA (66). Produção de frutos maiores, pela laranjeira 'Valência', devido a aplicação foliar de nitrato de potássio, foi observada por Bar-akiva & Gotfried, citados por RIVERO (54).

Aumento na espessura da casca de laranjas e pomelos, devido ao efeito do K foi obtido por vários autores, citados por SILVA (66). Em limões, EMBLETON et alii (21) obtiveram redução na espessura da casca devido a aplicação de K.

O teor de K na m.s. das folhas variam em função da cultivar, de acordo com trabalhos de SANTOS (62) e OGATA (48).

Os efeitos do K na cultura dos citros são pouco perceptíveis e só são verificados na fase de produção. Na fase de crescimento a adubação potássica é mais uma medida de segurança; segundo SOUZA (70).

2.2.3.4. Sintomas de Deficiência e Excesso

Devido ao fato do K absorvido ser diretamente translocado para os tecidos jovens em crescimento e da redistribuição de K das folhas mais velhas, para os tecidos mais novos, a deficiência de K normalmente se manifesta primeiro nas folhas mais velhas; segundo ULRICH & OHKI (76).

No caso das plantas cítricas os principais sintomas de deficiência de K descritos por RODRIGUEZ (55) e UEXKULL (74), são: menor tamanho das folhas das extremidades dos ramos; a coloração destas folhas é verde amarelado; têm a lâmina ondulada e as pontas encurvadas; os frutos são pequenos de casca lisa e fina; é comum o início de maturação anormal dos frutos a partir do pedúnculo que pode secar; o mesmo pode ocorrer com os ramos terminais. Em casos mais severos as folhas apresentam áreas necróticas e caem esgotadas pela migração do K para os frutos. Ocorre com frequência a queda de frutos, com alguns ficando preso pelo pedúnculo. Em alguns casos pode ocorrer pequenas rachaduras na casca e o surgimento de uma secreção gomosa.

A carência severa de K, pode provocar o mal denominado de "Creasing" (depressão na casca do fruto e trincas correspondente no albedo). Este problema é menos frequente na laranja 'Bahia', que parece ter maior capacidade de absorver K em relação às outras cultivares; segundo RODRIGUEZ (56).

PURCINO (50) relata que o florescimento das plantas é normalmente reduzido de acordo com o grau de deficiência de K.

A deficiência de K pode aumentar os teores foliares de Ca, Mg, N e B. Enquanto que o seu excesso, pode induzir deficiências de Ca, Mg, Mn e Zn, causando prejuízos na qualidade dos frutos; eles tornam-se rugosos, de casca grossa, mais ácidos, mais pobres em suco, açúcares e vitamina C. A maturação dos frutos pode ser retardada; segundo RODRIGUEZ (56) e ULRICH & OHKI (76).

2.2.4. Cálcio

2.2.4.1. Cálcio no Solo

No solo, o Ca pode aparecer em vários minerais primários, incluindo o ligado: aos feldspatos, piroxenos e anfíboles; aos sulfatos, carbonatos e silicatos; à matéria orgânica; aos minerais secundários; o trocável e o solúvel; segundo MALAVOLTA (39) e DECHEN (16).

O conteúdo de Ca em diferentes tipos de solo varia em função do material de origem; do grau de intemperização; lixiviação e erosão; dos cultivos e das adubações efetuadas; de acordo com MENGEL & KIRKBY (44) e BUCKMAN & BRADY (10).

Em 96% das amostras superficiais de solo, coletadas na região sob cerrado, o Ca se apresentou abaixo do nível crítico ($1,5 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$); de acordo com trabalho de GALRÃO & LOPES (29).

A importância da calagem, para os solos sob vegetação de cerrados, foi evidenciada já em 1952, por ALVIM & ARAÚJO (2).

Estes autores aplicaram 3.4 g da CaCO_3 em solos de cerrado, em vaso, onde semearam sementes de feijão preto e, posteriormente, só constatarem sintomas de má nutrição na testemunha.

O efeito do calcário aplicado ao solo, no aumento da produção atinge até 5 anos após a sua aplicação, como demonstra MIELNICZUK (45). Por isso conclui que o "custo" do calcário e de sua aplicação não podem ser contabilizados apenas no 1º ano, mas sim, diluídos no longo de pelo menos 5 produções.

A importância da calagem adequada como componente fundamental, na incorporação dos solos sob cerrado ao processo produtivo é enfatizada por LOPES (38). O mesmo autor cita vários trabalhos com respostas altamente positivas à aplicação de calcário nesses solos.

As características mais indicadas para definir a qualidade e a eficiência dos corretivos são: teor de neutralizantes; tamanho das partículas; forma química dos neutralizantes; natureza geológica; variedade e conteúdo de outros nutrientes; segundo ALCARDE (1).

MONIZ (46) considera que os componentes essenciais das rochas calcárias são: calcita (CaCO_3); dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), Magnesita (MgCO_3); aragonita (CaCO_3) e outras de menor importância.

Os calcários calcíticos são mais reativos do que os dolomíticos; segundo Barber, citado por ALCARDE (1). No Brasil GALLO et alii (28) não encontraram diferenças entre ambos.

De acordo com MALAVOLTA (39) o calcário que apresenta um teor equivalente em CaCO_3 abaixo de 80% é classificado como de baixa qualidade. O equivalente em CaCO_3 é considerado padrão (1 ou 100%), para a determinação do poder neutralizante de um calcário.

A ação dos corretivos do solo é mais rápida e eficiente, quanto maior for a superfície de contato entre ambos. Universalmente é aceita a idéia de que, quanto menor for o tamanho da partícula, maior será a sua superfície de contato; de acordo com VAN RAIJ (79).

2.2.4.2. Absorção e Translocação

O mecanismo de absorção do Ca ainda não está bem definido. Parece que a interceptação radicular e o fluxo da massa são os principais mecanismos responsáveis pela absorção do Ca pelas raízes. Altas concentrações de K e Mg na solução do solo prejudicam a absorção do Ca; segundo DECHEN (16). O mesmo autor considera que o íon Ca^{++} , existente na solução do solo, é a forma de absorção do cálcio pelas plantas.

MENGEL & KIRKBY (44) relatam que o Ca absorvido pelas raízes é translocado via xilema para as partes superiores das plantas, com a corrente transpiratória. Portanto, a intensidade da transpiração controla, em grande parte a absorção e translocação do Ca^{++}

A absorção do Ca pelas raízes das plantas parece ser pouco afetada em condições de baixas temperaturas; segundo MALAVOLTA (40).

2.2.4.3. Função e Teor na Planta

Uma das principais funções do Ca nas plantas é a estrutural, como integrante da parede celular. E, sua falta afeta, particularmente, os pontos de crescimento das raízes. É também indispensável para a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico; segundo DECHEN (16). O mesmo autor considera a atuação do Ca preponderante, para evitar a ocorrência da podridão estilar em tomateiros.

O Ca é de grande importância no desenvolvimento das raízes e, portanto no crescimento das plantas. O pectato de cálcio é a substância cimentante que mantém as células unidas; de acordo com RODRIGUEZ (56).

A calagem possui efeitos diretos e indiretos, que normalmente resultam em aumento da produção das culturas. O primeiro significa a contribuição do calcário na alimentação da planta em Ca e Mg. O segundo representa as mudanças físicas, químicas, e biológicas, que se processam no solo em função da calagem; de acordo com MALAVOLTA (39). Esses dois efeitos são de difícil separação na prática ou em experimentação. É possível que a maioria das respostas favoráveis à calagem seja devida ao efeito indireto; segundo SOUZA (70). O mesmo autor considera que, este efeito

se faz sentir na reação do solo e na pronta disponibilidade do P, na zona de absorção das raízes.

GALLO et alii (28) constataram que doses elevadas de Ca provocam uma menor absorção de N pelas plantas cítricas.

Variação nos teores de Ca, na m.s. das folhas de 5 cultivares de citros, foram obtidos por PEREIRA (49), que demonstrou, também, que os teores desse nutriente nas folhas das cultivares de laranjeiras (Natal, Valência e Pera-Rio) foram ótimos. Na tangerineira 'Ponkan' e no tangor 'Murcote' os teores de Ca foram baixos.

A aplicação de 1760 g de CaO/m^3 , na forma de carbonato de cálcio ao substrato, provocou um aumento de 45% de K na m.s. total dos limoeiros 'cravos'. Essa mesma aplicação reduziu os teores de N, B, Cu e Zn na m.s. total em 27%, 16%, 26% e 13% respectivamente, conforme trabalho conduzido por SILVA (67).

A aplicação de 224 kg de Ca/ha/ano provocou um aumento no crescimento e produção das plantas. Doses duplas de Ca não mais tiveram efeito no crescimento e produção, mas também não afetaram a qualidade do suco; de acordo com Anderson, citado por RODRIGUEZ (56).

Nos frutos o teor de Ca é menor, do que os de N e K; de acordo com MALAVOLTA et alii (42). O mesmo autor considera que o teor percentual média de Ca, presente nas folhas, ramos, troncos e raízes de laranjeiras é da ordem de 4.20, 1.82, 0.51 e 0.10 respectivamente.

2.2.4.4. Sintomas de Deficiência e Excesso

O Ca ocupa uma posição especial na fisiologia vegetal, pois o mesmo pode ser deficiente, tanto em solos ácidos, como em solos alcalinos; de acordo com RIVERO (54).

O Ca é praticamente imóvel no vegetal. Em consequência da sua pequena mobilidade, os sintomas de carência aparecem primeiro nas folhas e órgãos novos da planta. A clorose internerval das folhas novas e a morte da gema terminal são sintomas típicos dessa situação; de acordo com DECHEN (17) e MALAVOLTA & GOMES (41).

Os principais sintomas de deficiência de Ca em citros descritos por MALAVOLTA (40) e RODRIGUEZ (56), são: sistema radicular defeituoso, mal desenvolvido e com poucas radículas; redução no crescimento das plantas; clorose ao longo da nervura principal, nas margens e extremidades das folhas; em casos mais severos de carência ocorre necrose das extremidades das folhas; as folhas caem prematuramente, seguindo-se a morte dos ramos do ápice para a base; a produção é reduzida; os frutos são pequenos, deformados e quase secos; pode, ainda, ocorrer uma intensa floração, seguida de uma grande queda de frutos jovens.

O excesso de Ca pode reduzir o desenvolvimento do sistema radicular, bem como induzir as deficiências de K, P, Cu, Fe e Zn; segundo MALAVOLTA (40) e RIVERO (54).

RODRIGUEZ (56) relata que o excesso de Ca devido às ca

lagens em solos pobres em K, agrava a deficiência deste nutriente. Isto provoca sérios problemas de produção de frutos pequenos, queda de folhas e de frutos e secamento da extremidade dos ramos.

Na falta de Ca a parte branca do fruto, ou seja, o albedo fica quebradiço e no seu eixo central aparece um vazio; segundo SOUZA (70).

2.2.5. Magnésio

2.2.5.1. Magnésio no Solo

As principais formas de ocorrência de Mg no solo são: minerais primários, carbonatos e sulfatos, minerais secundários, em associação com a matéria orgânica, Mg trocável e Mg solúvel; segundo DECHEN (16).

O Mg pode ser adicionado ao solo na forma natural, como calcário dolomítico, magnesiano, dolomita e termofosfatos, além das formas de fertilizantes contendo Mg como o sulfato de Mg e o sulfato duplo de K e Mg; de acordo com BUCKMAN & BRADY (10) e LOPES (38).

Cerca de 90% das amostras de solos sob vegetação de cerrado, analisadas por GALRÃO & LOPES (29), revelaram teores de Mg abaixo do seu teor crítico ($0,5 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$).

O efeito do calcário comercial na camada de incorpora-

ção; do calcário micropulverizado na camada imediatamente abaixo e; do gesso nas camadas mais profundas, quando aplicados e incorporados juntos, nos solos sob vegetação de cerrado, é citado por LOPES (38). O mesmo autor considera altamente eficiente esta combinação, para reduzir os efeitos do Al nas camadas mais profundas, até 80 cm, e que, o gesso apresenta amplas possibilidades de sucessos na luta contra os "veranicos".

O que se pode considerar inadmissível, em termos de manejo de solos sob cerrado, é que mesmo conhecendo-se as suas características químicas e as marcantes respostas à calagem para estas condições, ainda se tente "fazer" agricultura avançada nestes solos, sem o uso adequado de doses de calcário, ou até mesmo, partir para adubações de manutenção, sem previamente fazer uso desta prática; segundo LOPES (38).

2.2.5.2. Absorção e Translocação

O Mg é absorvido pelas raízes das plantas na forma iônica (Mg^{++}), existente na solução do solo. Essa absorção é efetuada, principalmente, pelos mecanismos de interceptação radicular e fluxo de massa; segundo DECHEN (16).

A absorção do Mg é influenciada pela acidez do solo, pela presença de outros nutrientes na solução do solo, notadamente Ca e K e pela umidade e temperatura do solo. Em pH acima de 6.0 o uso de Mg, na forma de carbonato, diminui a sua disponibilidade.

Nestes casos deve ser usado o Mg na forma de sulfato; de acordo com RODRIGUEZ (56) e MALAVOLTA et alii (42).

Sintomas de carência de Mg, em ensaios de adubação com doses elevadas de K, são citados por RODRIGUEZ (56).

Para MALAVOLTA & GOMES (41) a maior absorção de Mg se dá no verão, caindo sensivelmente com a seca e o frio, o que é normal para a maioria dos nutrientes.

O transporte do Mg na planta é semelhante ao do Ca, pois ambos se movem para as partes superiores da planta através da corrente transpiratória. Ao contrário do Ca, no entanto, o Mg é móvel no floema e pode ser redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas e, frutos em desenvolvimento; segundo MENGEL & KIRKBY (44) e RODRIGUEZ (56).

2.2.5.3. Função e Teor na Planta

O Mg, assim como o N é um componente essencial da clorofila, que possibilita a realização da fotossíntese, da qual resultam os carboidratos; segundo SOUZA (70).

De alguma forma, o Mg está relacionado com a absorção de P pelas plantas; de acordo com SALIBE (60).

SIMÃO (68) relata que o efeito do Mg, em citros, se faz sentir com maior intensidade nas cultivares que possuem sementes e são mais tardias.

DEVLIN (18) considera que o Mg ativa as enzimas envol-

vidas na síntese de ácidos nucleicos (DNA, RNA). Estas reações requerem Mg e estão envolvidas com a transferência dos fosfatos. Em alguns casos o Mn pode substituir o Mg como ativador dos referidos sistemas enzimáticos.

A relação Ca/Mg nas plantas não deve ser superior a 4; segundo RIVERO (54). Para solos de cerrado, o uso de calcário com uma relação CaO/MgO entre 4 e 5 é recomendada por LOPES (38).

O Mg tem uma estreita relação com a nutrição dos citros, por favorecer, decisivamente, o desenvolvimento do sistema radicular; de acordo com REUTHER & SMITH (53). Estes mesmos autores consideram que o conteúdo de Mg nas folhas não afeta a quantidade de N, P, B, Fe, Al e Na, existentes nas mesmas.

Folhas com acentuados sintomas de deficiência de Mg, a apresentaram teores desse nutriente 296,5% menor do que as folhas do tratamento testemunha e, 456% menor do que o teor considerado ótimo. Nas folhas com sintomas leves de deficiência, o teor de Mg foi 219,5% menor do que nas folhas testemunhas e, 337,6% menor do que o teor ótimo para esse nutriente; de acordo com ANDRADE (5). O mesmo autor verificou que nas folhas com deficiência forte e leve de Mg, os teores de Zn foram afetados e considerados baixos. Por outro lado, nas folhas com deficiência forte e leve de Zn, os teores de Mg não foram afetados.

Teores de Mg da ordem de 0,24 e 0,24%; 0,19 e 0,25%; 0,21 e 0,21%; 0,18 e 0,19%; 0,24 e 0,21%, na m.s. das folhas das cultivares Valência; Natal; Pera-Rio; Baianinha e Murcote, foram

obtidos respectivamente por SANTOS (62) e OGATA (48).

2.2.5.4. Sintomas de Deficiência e Excesso

A deficiência de Mg em citros e a recomendação de $MgCO_3$ para corrigi-la foi feita no Brasil, já em 1912 por Averna-Sacca, citado por RODRIGUEZ (56).

Devido a migração do Mg das folhas mais velhas, para as mais novas e para os frutos em desenvolvimento, a sua carência é observada, primeiramente, naquelas folhas e nas plantas ou ramos com altas produções; segundo RODRIGUEZ (56).

O excesso de Ca pode provocar carência de Mg e, neste caso, deve-se usar o sulfato de Mg, para corrigir essa deficiência. Por outro lado o efeito de altas concentrações de Mg sobre o Ca é quase nulo; de acordo com Jacob, citado por RIVERO (54).

MALAVOLTA & GOMES (41) consideram que a deficiência de Mg acentua as deficiências de Zn e Mn e que um aumento do teor de Mg nas folhas diminui o conteúdo de cobre nas mesmas.

Os principais sintomas da deficiência de Mg nos citros descritos por CAMP et alii (13) e SMITH (69), são: clorose das nervuras secundárias e aos lados da nervura principal; em estágio mais adiantado de deficiência, a clorofila remanescente forma um "V" verde e invertido em relação ao pecíolo, sendo este um sintoma característico da falta de Mg. Com a contínua migração do nutriente, as folhas ficam cada vez mais amareladas e caem prematu

ramente. Pode ocorrer o secamento dos ramos. Ocorre o depauperamento da planta, ocasionando queda na produção e alternância de safras. Os frutos são menores, de casca fina e com menores teores de açúcares, sólidos solúveis, acidez total e vitamina C, apresentam uma coloração pálida tanto na casca, como na polpa e são menos resistentes ao transporte. As folhas com sintomas de deficiência, não mais recuperam a cor verde normal, mesmo com a aplicação de Mg. Uma vez corrigida a deficiência, adições extras de Mg pouco influenciam no aumento da produção.

Um excesso de Mg, em limoeiros cultivados em soluções nutritivas, provoca uma clorosa semelhante à provocada pela deficiência de ferro. Nas concentrações máximas observa-se sintomas claros de danos às raízes; segundo CHAPMAN (14). O mesmo autor considera que existe muito pouca informação sobre o efeito do excesso de Mg nas plantas.

2.3. Avaliação da Fertilidade do Solo

A análise de solo ainda é um método muito usado. Sua importância adquire maiores proporções quando se trata da determinação da acidez do solo, e, de alguns elementos tóxicos, como Al, Fe e Mn. Estes elementos podem dificultar a absorção de alguns nutrientes e, como consequência, provoca a deficiência desses elementos. Portanto, dela ainda depende a determinação da quantidade de calcário a ser aplicada nos solos ácidos. É também o méto-

do mais usado para se estimar a fertilidade de solos, que vão ser cultivados pela primeira vez; de acordo com RODRIGUEZ (56) e TROCME & GRAS (73).

Os principais inconvenientes da análise de solo descritos por ROSAND (59) e SOUZA (70), são: não exprime com segurança os teores de N no solo; a quantidade de solo analisado não representa com fidelidade, o volume de solo explorado pelas raízes; os extratores utilizados nos laboratórios, podem não ser equivalentes ao extrator planta, e a simples presença de um nutriente no solo não assegura a sua assimilação, nas quantidades requeridas pelas plantas.

Alguns laboratórios determinam os teores de N presentes no solo, com base na quantidade desse elemento existente na matéria orgânica do solo. Entretanto, esse parâmetro não indica com segurança a quantidade de N disponível para as plantas; de acordo com DINIA et alii (17).

As análises de solo feitas nos laboratórios existentes no Brasil, em rotina, não determinam os micronutrientes no solo, limitando-se, normalmente, em atender aos trabalhos de pesquisas e as solicitações específicas sobre o assunto, pois, a adubação com micronutrientes, em nossas condições, ainda está pouco estudada, segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15).

De acordo com LOPES (38), a aplicação de adubos, em solos ácidos e/ou com elevado teor de Al, Fe e Mn, como são os so-

los sob cerrados, sem a prévia correção dos mesmos, fatalmente resultará em fracassos indesejáveis.

A fertilidade do solo é medida a partir de análise feita em amostra do mesmo. Essa amostra deve representar com fidelidade o terreno a ser analisado quanto à coloração, topografia, textura, drenagem, cobertura vegetal e, em culturas, já implantadas, o histórico das adubações nele efetuadas. Uma amostragem mal feita origina uma interpretação errada da fertilidade, causando às vezes prejuízos irreparáveis. A técnica e os critérios a serem observados durante a coleta de amostras de solos são descritos pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15).

Essa mesma Comissão apresenta os teores padrões de fertilidade do solo, atualmente usados pelos laboratórios do estado de Minas Gerais. A comparação dos resultados obtidos na análise das amostras do solo, com esses teores padrões permite estimar a fertilidade do terreno analisado.

2.4. Avaliação Nutricional pela Análise Foliar

Os diferentes órgãos da planta armazenam quantidades diferentes de nutrientes, sendo as folhas um grande repositório desses elementos; segundo Kempfer & Uexkull, citados por RODRIGUEZ (56).

Os frutos colhidos exportam grandes quantidades de alguns elementos, principalmente N, P, K, Mg e Zn, que representam,

cerca de 30%, 60%, 70%, 25% e 25% do total desses elementos na planta; MARCHAL & LACOUILHE (43).

De todos os tecidos da planta, as folhas são as preferidas para as determinações dos teores nutricionais, possivelmente, devido ao seu grande número e, portanto, a retirada de algumas não causa prejuízos nem à planta nem ao homem; a sua posição externa, que facilita a amostragem; a natureza e importância das reações que nelas se processam e por ser, quase sempre, o primeiro órgão a manifestar os sintomas das alterações nutritivas; segundo RIVERO (54). As folhas se constituem no órgão ideal para a análise nutricional, devido as flutuações dos teores de nutrientes ser menor nesses, do que em outros tecidos; CHAPMAN (14).

A análise foliar convencional é um instrumento útil para o controle da adubação e diagnóstico das alterações nutritivas. Esta técnica se baseia no princípio de que, dentro de certos limites, existem três correlações positivas: entre o teor de nutrientes no solo e na folha; entre o teor de nutriente no solo e a produção e, como consequência destas, existe uma outra; entre o teor de nutrientes na folha e a produção; segundo CARPENARTES (12) e SOUZA (70).

Os fatores que mais influem na composição mineral das folhas e que, portanto, devem ser considerados na amostragem são: sua idade; sua presença em ramos com ou sem frutos; sua altura de inserção nos ramos; variedade enxerto e porta-enxerto; surto vegetativo; o clima; tipo de solo; práticas culturais; exposição so

lar; interação de nutrientes; tamanho da folha; danos físicos e estado fitossanitário; de acordo com trabalhos de RODRIGUEZ & GALLO (57) e EMBLETON & JONES (19).

A idade da folha permite um período bastante amplo para a coleta das mesmas. EMBLETON & JONES (19) propõem 5-7 meses. RODRIGUEZ (56) sugere 6-7 meses. GALLO et alii (28) afirmam que folhas com 3-6 meses ou até com 10 meses, se prestam para análise. CHAPMAN (14) propõe 4-10 meses. Porém, todos estes autores recomendam as folhas geradas na primavera e, coletadas de 1,2 - 2,3 m de altura.

Quanto à presença ou não de frutos nos ramos, dos quais se retirarão as folhas, há divergência na opinião de vários autores. Porém, EMBLETON & JONES (19), e EMBLETON et alii (20) são bastante claros sobre o assunto: pode-se usar um ou outro método, desde que, na interpretação dos resultados, se utilize o padrão determinado pelo método escolhido.

Diversos autores descrevem a influência das variedades copa e porta-enxerto no teor foliar de nutrientes. Apesar de reconhecer essas influências, REUTHER & SMITH (53) consideram os padrões atualmente em uso, como válidos, para todas as variedades de uma espécie.

As influências, sobre a concentração de nutrientes nas folhas, exercidas pelas quantidades colhidas, pela temperatura, pela insolação e pelo tipo de solo, são comentadas por vários autores citados por RIVERO (54). Entretanto, os conhecimentos obti

dos até o momento não permitem considerá-los integralmente e, para atenuar as flutuações, por eles provocadas, recomenda-se fixar a retirada de folhas geradas na primavera, de ramos com ou sem frutos, de acordo com o padrão a ser usado e, cada país deve fixar a melhor época para a coleta das mesmas; segundo REUTHER & SMITH (53).

A interação entre nutrientes é um fenômeno, comentado por vários autores.

As principais interações que podem ocorrer são: antagonismo, que é comum entre Ca e Cu; N e P e N e K; inibição competitiva, caso do K e Ca e K e Mg, inibição não competitiva, que ocorre entre P e Zn; e sinergismo, existente entre N e Mg; segundo RODRIGUEZ (56) e MALAVOLTA (39).

Agentes patogênicos podem alterar a composição mineral das folhas. Por isso deve-se coletar folhas para a análise totalmente isentas do ataque de pragas e/ou doenças; segundo Brassime citado por RIVERO (54). O mesmo autor considera que, o ataque de vírus é o que pode alterar, mais significativamente, a absorção de nutrientes pelas plantas.

Os teores de nutrientes, determinados pela análise foliar, podem ser comparados aos padrões estabelecidos em culturas análogas de alta produtividade. Esta comparação permite conhecer o estado nutricional das plantas analisadas e, por conseguinte, de todo o pomar; segundo RIVERO (54). O mesmo autor afir

ma que, o estabelecimento do padrão, com seus teores devidamente classificados, envolve pesquisas de campo e de laboratório durante muitos anos.

O padrão não varia com o solo ou o clima. Estes fatores influenciam a capacidade da planta extrair o nutriente do solo. É certo que a planta mantém, em qualquer lugar, sua composição química de acordo com sua natureza; segundo SOUZA (70).

As principais aplicações da análise foliar são: avaliação dos programas de pesquisas e experimentação, envolvendo adubações; controle nutricional das culturas, evitando excesso ou deficiência de nutrientes; diagnósticos das causas nutricionais relacionadas com o crescimento anormal da planta; recomendações de adubações, com base na avaliação do estado nutricional das culturas, segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15).

As principais vantagens e limitações da utilização da análise foliar, no diagnóstico do estado nutricional das plantas são descritas por ULRICH & HILLIS (75).

Adaptando seus próprios trabalhos e de outros colaboradores, com pequenas modificações, EMBLETON & JONES (19) estabeleceram um padrão, com os teores deficiente, baixo, ótimo, alto e excesso devidamente classificados, que pode ser empregado para todas as cultivares de citros, nas diversas regiões produtoras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no pomar da Fazenda Vitória, pertencente à Empresa Ipanema Agro-Indústria S.A. Tal fazenda está localizada no município de Alfenas, região Sul do Estado de Minas Gerais, com 21°31'33" de latitude sul, 45°52'52" de longitude W.Gr. e 830 m de altitude.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köopen, é do tipo CWb, apresentando uma estação seca entre os meses de abril e outubro e uma estação chuvosa entre novembro e março, segundo SILVA (66).

3.1. Material

3.1.1. Cultivares

Para a execução do trabalho, foram utilizadas quatro laranjeiras (Citrus sinensis (L.) Osbeck) tais como, 'Baianinha', 'Valência', 'Natal' e 'Pera-Rio' e o tangor 'Murcote' (Citrus reticulata Blanco x Citrus sinensis (L.) Osbeck), todas enxertadas sobre o limoeiro cravo (Citrus limonia Osbeck). Ditas cultivares possuem,

aproximadamente, 11 anos de idade e estão plantadas no espaçamento, aproximado, de 7 x 5,5 m.

3.1.2. Solo

O solo da região é um Latossolo Vermelho Escuro, de textura média, com vegetação natural típica de cerrado de baixa densidade, com aproximadamente 7% de declividade, segundo O SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS (65).

3.2. Métodos

3.2.1. Delineamento Experimental

O delineamento experimental, utilizado na condução do trabalho, obedece o seguinte modelo matemático

$$Y_{ijk} = m + C_i + a_j + (Ca)_{ij} + d_{(ijk)}$$

onde:

Y_{ijk} é a observação na cultivar i , na altitude j , na a mostra realizada na fileira K .

$i = 1.2.3.4.5$ cultivares

$j = 1.2$ altitudes

$k = 1.2.3.4.5$ amostras

m é a média geral

C_i é o efeito da cultivar

a_j é o efeito da altitude

$(Ca)_{ij}$ é o efeito da interação da cultivar i na altitude j .

$d_{(ijk)}$ é o efeito da amostragem dentro de cada cultivar e altitude.

Considerando o efeito de cultivares e da altitude como fixos e, de amostragens aleatório, pode ser obtido o seguinte quadro de análise da variância, com as suas respectivas esperanças dos quadrados médios.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	F	E (QM)
Cultivares (C)	4	Q_1	Q_1/Q_4	$\sigma_d^2 + 10 \sigma_c^2$
Altitude (A)	1	Q_2	Q_2/Q_4	$\sigma_d^2 + 25 \sigma_a^2$
A x C	4	Q_3	Q_3/Q_4	$\sigma_d^2 + 5 \sigma_{ac}^2$
Dentro (Amostra)	40	Q_4		σ_d^2

3.2.2. Altitude do Terreno

Com o auxílio de um altímetro, foram determinadas duas altitudes, para cada amostragem das cultivares estudadas, sendo uma na parte alta e outra na parte baixa do terreno.

No Quadro 1 encontram-se relacionadas as cultivares e as respectivas altitudes em que foram amostradas.

QUADRO 1 - Altitudes do local de plantio de cinco cultivares de citros determinadas no pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Cultivares	Altitude - (m)	
	Alta	Baixa
Murcote	860	780
Pera-Rio	860	780
Valência	820	740
Natal	820	740
Baianinha	820	750

3.2.3. Amostragem e Análises das Folhas

Em cada altitude do terreno (alta e baixa), foram determinadas para cada cultivar, cinco fileiras sucessivas de plantas, de tal modo, que entre a primeira e a última a diferença de altitude, ou seja, a diferença entre a cota da primeira e a cota da última fileira não ultrapasse 10 metros.

Em cada fileira foram identificadas, ao acaso, 10 plantas, de modo a cobrir toda a extensão da mesma. Tomou-se o cuidado

do de se desprezar, pelo menos duas plantas em cada extremidade da fileira.

As plantas eleitas representavam visualmente, a população da cultivar dentro do pomar.

Todas as plantas, das quais se coletaram folhas foram identificadas com uma fita de plástico verde, amarrada em posição bem visível num de seus ramos, com a finalidade de assegurar sua identificação futura caso se tornasse necessário.

De cada planta eleita foi retirada uma amostra simples contendo 10 folhas, sendo 5 do lado de cima e 5 do lado de baixo de cada árvore. As folhas das plantas da mesma fileira, misturadas entre si, formaram uma amostra composta de 100 folhas.

No final obteve-se 5 amostras compostas para cada cultivar, em cada altitude do terreno.

As folhas foram colhidas com pecíolo, de ramos sem frutos, pertenciam ao surto primaveril, estavam completamente maduras, possuíam entre 5 e 7 meses de idade, estavam isentas de pragas e/ou doenças, não tinham qualquer dano físico e possuíam o tamanho médio das folhas características da sua cultivar.

Coletadas, as folhas foram acondicionadas em sacos de polietileno preto, perfurados que, depois de amarrados e devidamente identificados, foram transportados para o laboratório de análise foliar do Departamento de Química da ESAL.

No laboratório as folhas foram submetidas a lavagem em

água corrente e em seguida com água destilada.

Após estas operações as folhas foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados e colocados a secar, em estufa com circulação de ar forçada, durante 72 horas, a uma temperatura de 60°C.

Após a secagem, cada amostra foi triturada, separadamente, em moinho com peneiras de aço inoxidável de 20 malhas. Em seguida foram acondicionados em vidros previamente etiquetados.

Os nutrientes determinados, com base na matéria seca (m.s.) das folhas, foram o nitrogênio (N), o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg).

O N foi determinado pelo método de Kjeldahl, o P por colorimetria com molibdato e vanadato de amônia, o K por fotometria de chama, o Ca e o Mg por espectro-fotometria de absorção atômica, conforme metodologia descrita por SARRUGE & HAAG (63).

3.2.3.1. Avaliação do Estado Nutricional

A avaliação do estado nutricional do pomar foi feita, pela comparação dos teores médios de N, P, K, Ca e Mg, determinados na m.s. das folhas de cada cultivar, em cada altitude considerada, com os teores padrões estabelecidos por EMBLETON & JONES (19). Estes teores padrões encontram-se no Quadro 2.

QUADRO 2 - Teores orientativos para o diagnóstico do estado nutricional de culturas adultas de citros por meio da análise foliar segundo EMBLETON & JONES (19).

Elemento	Unidade na Matéria Seca	Teores dos Elementos Nutritivos				
		Deficiente	Baixo	Ótimo	Alto	Excesso
Nitrogênio	%	< 2,2	2,2 a 2,3	2,4 a 2,6	2,7 a 2,8	> 2,8
Fósforo	%	< 0,09	0,09 a 0,11	0,12 a 0,16	0,17 a 0,29	> 0,3
Potássio	%	< 0,7	0,7 a 1,1	1,2 a 1,7	1,8 a 2,3	> 2,3
Cálcio	%	< 1,6	1,6 a 2,9	3,0 a 5,5	5,6 a 6,9	> 7,0
Magnésio	%	< 0,16	0,16 a 0,25	0,26 a 0,6	0,7 a 1,1	> 1,2

3.2.4. Amostragem e Análise do Solo

Paralelamente à coleta das amostras de folhas, foi realizada a amostragem do material superficial do solo, 0 - 20 cm de profundidade, em pontos situados na faixa onde são aplicados os adubos, isto é, na projeção vertical das copas das árvores eleitas para a amostragem foliar.

Em cada árvore foi retirada uma amostra simples de solo, conforme técnica recomendada pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15). A mistura das dez amostras simples de cada fileira constituiu uma amostra composta, correspondente à amostra de folhas da mesma fileira.

Obteve-se no final cinco amostras compostas de solo, para cada cultivar, em cada altitude do terreno.

As amostras compostas foram acondicionadas em sacos de polietileno branco, sem perfurações e, devidamente identificados. Em seguida foram transportadas ao laboratório de análises de solo do Instituto "John H. Weelock" do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

No laboratório foram submetidas à secagem ao ar livre e, em seguida, peneiradas em peneiras de malhas de 2 mm.

Após estas operações, foram determinados os seguintes elementos: P, K, Ca, Mg e Al, bem como acidez (pH) e a matéria orgânica.

Os métodos analíticos utilizados para a determinação dos elementos acima mencionados, foram os descritos por VETTORI (77).

3.2.4.1. Avaliação da Fertilidade do Solo

A avaliação da fertilidade do solo foi feita pela comparação das médias dos resultados das análises do solo, plantado com cada cultivar e, em cada altitude do terreno, com os teores padrões propostos pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15). Estes níveis encontram-se no Quadro 3.

QUADRO 3 - Níveis de fertilidade do solo classificados pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15).

Componentes Químicos	Baixo	Médio	Alto
Matéria Orgânica (%)	0 a 1.5	1.6 a 3.0	> 3,0
Fósforo (ppm):			
(Textura Média e Arenosa)	0 a 10	11 a 20	> 20
Fósforo (ppm):			
(Textura Argilosa)	0 a 5	6 a 10	> 10
Potássio (ppm)	0 a 30	31 a 60	> 60
Cálcio (emq/100cc)	0 a 1.5	1.6 a 4.0	> 4.0
Magnésio (emq/100cc)	0 a 0.5	0.6 a 1.0	> 1.0
Alumínio (emq/100cc)	0 a 0.3	0.4 a 1.0	> 1.0

3.2.5. Informações Complementares

3.2.5.1. Amostragem e Análise do Solo nas Entrelinhas de Plantio

Com a mesma metodologia utilizada para a coleta e análise das amostras de solos na projeção vertical da copa, foi também realizada a amostragem do solo, no centro das entrelinhas de plantio, ou seja, na faixa onde não se aplicam adubos. Considerou-se, sempre, a faixa acima das plantas das quais se coletaram as amostras de folhas.

3.2.5.2. Circunferência do Caule

Simultaneamente às amostragens de folhas e de solos, foi determinada, com o auxílio de uma fita métrica, a circunferência dos caules de 50% das árvores eleitas para a coleta das amostras de folhas.

A medição foi realizada, aproximadamente, 5 cm acima do ponto de enxertia, em cinco árvores de cada fileira. Assim, mediu-se a primeira, a terceira, a quinta, a sétima e a nona planta fornecedora de amostras foliares, de cada fileira, de cada cultivar, em cada altitude do terreno.

3.2.6. Análise Estatística

Para a comparação entre as cultivares, com relação aos

teores de nutrientes na m.s. das folhas, em cada altitude do terreno, efetuou-se um estudo da análise de variância segundo o delineamento experimental estabelecido, usando-se o teste F nos níveis de 5% e 1% de probabilidade. Nos casos de efeitos significativos as médias foram comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Procedimento idêntico ao anterior foi utilizado com relação aos teores de nutrientes determinados nas amostras de solos e, para a comparação entre as circunferências dos caules.

4. RESULTADOS

4.1. Avaliação Nutricional pela Análise Foliar

Pode-se verificar no Quadro 4, que, a análise de variância revelou efeitos altamente significativos pelo teste de F, entre as cultivares estudadas, em relação aos teores foliares de P, Ca e Mg e, efeito significativo para o teor de N. Entre as altitudes consideradas, apenas o Ca apresentou efeito significativo. Na interação cultivar x altitude, somente o N revelou efeito significativo.

Observando o Quadro 5, constata-se que os maiores teores de N foram determinados nas folhas das cultivares Murcote e Natal. Estes teores foliares de N não diferiram estatisticamente daqueles verificados nas folhas da 'Valência' e 'Baianinha'. O menor teor de N foi encontrado nas folhas da cultivar Pera-Rio, o qual apresenta diferença significativa, em relação ao das folhas da 'Murcote' e 'Natal'.

O maior teor foliar de P foi determinado na cultivar Baianinha, o qual apresenta diferença significativa, em relação

QUADRO 4 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação dos teores de N, P, K, Ca e Mg determinados na m.s. das folhas de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Fontes de Variação (F.V.)	Graus de Liberdade (G.L.)	Quadrados Médios (Q.M.)				
		N	P	K	Ca	Mg
Cultivares (C)	4	0,05184*	0,00123**	0,1032	2,89564**	0,01116**
Altitude (A)	1	0,00098	0,00006	0,00135	0,76884**	0,00061
C x A	4	0,05531*	0,00002	0,01023	0,04528	0,00156
Amostra	40	0,01789	0,00022	0,00833	0,04463	0,00176
Total	49	-	-	-	-	-
Média (\bar{M})	-	2,42	0,12	0,32	4,27	0,21
Coef. Variação (CV)	-	5,53%	12,57%	28,97%	4,95%	20,07%

* Valores significativos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

** Valores significativos pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade.

aos constatados nas folhas da 'Murcote' e 'Pera-Rio'. Diferença significativa, também, é verificada, entre os teores foliares de P nas cultivares Natal e Murcote. As folhas da cultivar Valência não apresentam diferenças significativas quanto ao teor de P, em relação às folhas de nenhuma outra cultivar, embora tendam a acumular mais P do que as folhas da 'Murcote' e 'Pera-Rio' e menos P do que as da 'Baianinha' e 'Natal', conforme mostra o Quadro 5.

O mesmo Quadro 5 revela que, o maior teor de Ca foi determinado nas folhas da cultivar Valência, o qual apresenta diferenças significativas, em relação aos constatados nas folhas das cultivares Murcote, Pera-Rio e Baianinha. As folhas desta última cultivar apresentaram o menor teor de Ca, o qual apresenta diferenças significativas, em relação aos constatados nas folhas de todas as demais cultivares. O teor determinado nas folhas da 'Murcote' também apresenta diferenças significativas, em relação aos teores das folhas de todas as demais cultivares.

O Quadro 5, também, evidencia que, o maior teor de Mg foi determinado nas folhas da cultivar Natal, o qual apresenta diferenças significativas, em relação aos constatados nas folhas das cultivares Murcote, Valência e Baianinha. O teor foliar de Mg, determinado na 'Pera-Rio', não apresenta diferenças significativas em relação aos das folhas de nenhuma outra cultivar, embora tenda a ser maior, do que os das folhas das cultivares Valência, Murcote e Baianinha e menor, do que o das folhas da 'Natal'.

QUADRO 5 - Comparação (Tukey 5%) das médias dos nutrientes determinados na m.s. das folhas de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Cultivar	N %	P %	Ca %	Mg %
Murcote	2,47 a-	0,102 --c	3,88 --c-	0,197 -b
Pera-Rio	2,30 -b	0,112 -bc	4,44 -b--	0,211 ab
Valência	2,45 ab	0,114 abc	4,79 a---	0,202 -b
Natal	2,47 a-	0,126 ab-	4,68 ab--	0,263 a-
Baianinha	2,39 ab	0,131 a--	3,54 ---d	0,173 -b
Tukey	0,17	0,019	0,27	0,054

- As médias, seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferenças significativas entre si.

O teor médio de Ca, determinado nas folhas das cultivares plantadas nas "altitudes altas", foi de 4,39, apresentando diferença significativa, em relação ao das folhas das mesmas cultivares na "altitude baixa" que foi de 4,14.

O desdobramento da interação cultivar x altitude, em relação aos teores de N, revelou que, apenas a cultivar Valência apresentou diferença significativa, entre o teor foliar determinado na "altitude alta", 2,32, e na "altitude baixa", 2,57.

Os dados constantes no Quadro 6 permitem visualizar o estado nutricional das cultivares estudadas.

QUADRO 6 - Média dos teores de N, P, K, Ca e Mg determinados na m.s. das folhas de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Cultivar	Altitude	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Murcote	Alta	2,53 O	0,103 B	0,35 D	4,04 O	0,220 B
	Baixa	2,42 O	0,102 B	0,36 D	3,71 O	0,174 B
Pera-Rio	Alta	2,33 B	0,113 B	0,27 D	4,60 O	0,204 B
	Baixa	2,28 B	0,120 O	0,27 D	4,29 O	0,218 B
Valência	Alta	2,32 B	0,114 B	0,31 D	4,98 O	0,210 B
	Baixa	2,57 O	0,115 B	0,30 D	4,60 O	0,195 B
Natal	Alta	2,51 O	0,126 O	0,37 D	4,72 O	0,256 B
	Baixa	2,43 O	0,127 O	0,26 D	4,65 O	0,271 O
Baianinha	Alta	2,42 O	0,130 O	0,30 D	3,61 O	0,174 B
	Baixa	2,36 B	0,132 O	0,36 D	3,47 O	0,171 B
Média Alta		2,42 O	0,117 B	0,32 D	4,39 O	0,213 B
Média Baixa		2,41 O	0,119 B	0,31 D	4,14 O	0,206 B
Média Geral		2,42 O	0,118 B	0,32 D	4,27 O	0,210 B

OBS.: Classificação de acordo com os padrões de EMBLETON & JONES (19).

D - Deficiente

B - Baixo

O - Ótimo

4.2. Avaliação da Fertilidade do Solo

4.2.1. Na Projeção Vertical das Copas das Árvores

O Quadro 7 mostra que a análise de variância revelou e feitos altamente significativos, pelo teste de F, entre as cultivares estudadas para os teores de MO e Mg no solo. Evidenciou, também, efeitos altamente significativos da altitude em relação aos teores de MO, Ca e valores de pH. Caracterizou, ainda, efeitos altamente significativos para a interação cultivar x altitude, em relação aos teores de Ca no solo.

Conforme mostra o Quadro 8, o maior teor de MO, nesta faixa do terreno, foi determinado na área plantada com a cultivar Baianinha, vindo a seguir os das áreas das cultivares Natal e Murcote. Os teores de MO, nas áreas das cultivares anteriores, não apresentam diferenças significativas entre si. O menor teor foi verificado na área da 'Valência', o qual apresenta diferenças significativas, em relação aos teores determinados nas áreas da 'Baianinha' e 'Natal'.

O mesmo Quadro 8 revela que, o maior teor de Mg foi determinado na área plantada com a cultivar Murcote. Este teor só apresenta diferença significativa, em relação ao menor teor desse nutriente, constatado na área da cultivar Baianinha.

QUADRO 7 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação dos componentes químicos determinados nas amostras de solos coletadas na projeção vertical da copa de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Fontes de Variação (F.V.)	Graus de Liberdade	Quadrados Médios (Q.M.)						
		MO	P	K	Ca	Mg	Al	pH
Cultivares (C)	4	0,76382**	19,77	2614,67	0,3992	0,1797**	0,0002	0,1295
Altitude (A)	1	2,18824**	16,82	1848,32	4,2632**	0,0450	0,0002	0,8818**
C x A	4	0,10541	15,77	1125,17	1,3882**	0,0965	0,0002	0,1383
Amostra	40	0,09135	9,00	1248,31	0,3397	0,0456	0,0002	0,0793
Total	49	-	-	-	-	-	-	-
Média (\bar{M})	-	2,08	4,98	74,72	4,93	0,88	0,098	6,91
Coef.Variação(CV)	-	14,53%	60,24%	47,28%	11,82%	24,27%	14,43%	4,07%

** Valores significativos pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 8 - Comparação (Tukey 5%) das médias de MO e Mg determinados na projeção vertical das copas das árvores de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Cultivar	MO	Mg
Murcote	2,06 abc	1,09 a-
Pera-Rio	1,95 -bc	0,85 ab
Valência	1,71 --c	0,85 ab
Natal	2,26 ab-	0,90 ab
Baianinha	2,42 a--	0,72 -b
Tukey (5%)	0,39	0,30

- As médias, seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferenças significativas entre si.

O teor médio de MO determinado nas altitudes altas foi de, 2,29, apresentando diferença significativa, em relação ao constatado nas "altitudes baixas" que foi de 1,87.

O teor médio de Ca, encontrado nas "altitudes altas", 5,22, apresentou diferença significativa, quanto ao determinado nas "altitudes baixas", 4,64.

Desdobrando-se a interação cultivar x altitude, em relação aos teores de Ca, constatou-se que os teores desse nutriente, determinados nas áreas plantadas com as cultivares Murcote,

5,3, e Natal, 5,8 nas "altitudes altas", apresentaram diferenças significativas, em relação aos verificados nas áreas plantadas com as mesmas cultivares, nas "altitudes baixas", 4,3 e 4,2, respectivamente.

O valor médio de pH determinado nas "altitudes baixas", 7,1, apresentou diferença significativa, quando comparado com o determinado nas "altitudes altas", 6,7.

A avaliação do solo, propriamente dita, é a realizada nesta faixa do solo e, visualizada no Quadro 9.

4.2.2. No Centro das Entrelinhas de Plantio

O Quadro 10 mostra que a análise de variância revelou efeitos altamente significativos pelo teste de F, entre as cultivares estudadas com relação aos teores de MO, K e Mg e efeitos significativos para os teores de Ca. Quanto às altitudes consideradas, evidenciou efeito altamente significativo para os teores de MO e significativo para os valores de pH.

A interação cultivar x altitude apresentou efeitos altamente significativos para os teores de MO e P.

Conforme revela o Quadro 11, o maior teor de MO foi determinado na área plantada com a cultivar Pera-Rio, seguido pelos determinados nas áreas das cultivares Baianinha e Natal. Estes teores não apresentam diferenças significativas entre si. O

QUADRO 9 - Média dos resultados das análises químicas das amostras de solos coletadas na projeção vertical das copas das árvores de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Cultivar	Altitude	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (emq/100cc)	Mg (emq/100cc)	Al (emq/100cc)	pH
Murcote	Alta	2,21 M	7,6 B	110 A	5,3 A	1,08 A	0,08 B	6,96 AcF
	Baixa	1,91 M	3,2 B	92 A	4,3 A	1,10 A	0,10 B	7,22 AlF
Pera-Rio	Alta	2,29 M	3,0 B	70 A	5,0 A	0,78 M	0,10 B	6,58 AcF
	Baixa	1,61 M	3,2 B	55 M	4,4 A	0,92 M	0,10 B	7,10 AlF
Valência	Alta	2,00 M	3,2 B	53 M	4,9 A	0,96 M	0,10 B	6,60 AcF
	Baixa	1,42 B	5,4 B	75 A	5,0 A	0,74 M	0,10 B	7,22 AlF
Natal	Alta	2,34 M	6,4 B	86 A	5,8 A	0,88 M	0,10 B	6,90 AcF
	Baixa	2,18 M	4,0 B	73 A	4,2 A	0,92 M	0,10 B	6,94 AcF
Baianinha	Alta	2,61 M	7,6 B	85 A	5,1 A	0,56 M	0,10 B	6,54 AcF
	Baixa	2,23 M	6,2 B	48 M	5,3 A	0,88 M	0,10 B	7,04 AlF
Média Alta		2,29 M	5,56B	80,8A	5,22A	0,85 M	0,096B	6,72 AcF
Média Baixa		1,87 M	4,40B	68,6A	4,64A	0,91 M	0,100B	7,10 AlF
Média Geral		2,08 M	4,98B	74,7A	4,93A	0,88 M	0,098B	6,91 AcF

OBS.: Classificação de acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15).

A - Teor alto
M - Teor médio
B - Teor baixo

AcF - Acidez fraca
AlF - Alcalinidade fraca

QUADRO 10 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação dos componentes químicos determinados nas amostras de solos coletadas no centro das entrelinhas de plantio de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Fontes de Variação (F.V.)	Graus de Liberdade (G.L.)	Quadrados Médios (Q.M.)						
		MO.	P	K	Ca	Mg	Al	pH
Cultivares (C)	4	0,50619**	3,205	1726,02**	0,9717*	0,394**	0,0002	0,2563
Altitude (A)	1	2,14659**	0,32	103,68	0,1458	0,1682	0,0002	0,5408*
C x A	4	0,33761**	12,995*	403,58	0,7913	0,1192	0,0002	0,0373
Amostra	40	0,06516	2,00	373,24	0,3449	0,0666	0,0002	0,1129
Total	49	-	-	-	-	-	-	-
Média (M̄)	-	2,35	2,24	38,88	4,92	0,85	0,098	7,12
Coef. Variação (CV)	-	10,87%	63,13%	49,68%	11,94%	30,36%	14,43%	4,71%

* Valores significativos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

** Valores significativos pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade.

menor teor de MO foi constatado na área da cultivar Murcote, o qual apresenta diferenças significativas em relação aos teores encontrados nas áreas das três cultivares anteriores.

Observando o Quadro 11, constata-se que o maior teor de K foi encontrado na área plantada com a cultivar Murcote, seguido pela da 'Natal'. Estes teores apresentam diferenças significativas em relação ao determinado na área da cultivar Valência, que foi o menor de todos.

Com relação aos teores de Ca, as áreas plantadas com as diferentes cultivares só apresentaram diferença significativa, entre o maior teor determinado na área da cultivar Pera-Rio e o menor verificado na área da 'Natal'. Isto é também mostrado no Quadro 11.

O Quadro 11, ainda, revela que a área plantada com a cultivar Natal, apresentou o maior teor de Mg, seguida pelas das cultivares Baianinha e Murcote. Os teores, determinados nas áreas dessas três cultivares, não apresentam diferenças significativas entre si. O menor teor de Mg foi constatado na área plantada com a cultivar Pera-Rio, o qual apresenta diferenças significativas em relação aos teores das áreas das três cultivares anteriores.

Nas "altitudes altas", o teor médio de MO, nas entrelinhas de plantio foi de 2,55, apresentando diferença significativa em relação ao teor das "altitudes baixas", que foi de 2,14.

Desdobrando-se a interação cultivar x altitude, observa-se que, apenas a área da cultivar Valência apresentou diferen

QUADRO 11 - Comparação (Tukey 5%) das médias dos componentes químicos determinados no centro das entrelinhas de plantio de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Cultivar	MO	K	Ca	Mg
Murcote	2,06 --c	53,6 a-	4,98 ab	0,95 abc-
Pera-Rio	2,56 a--	36,3 ab	5,37 a-	0,60 ----d
Valência	2,17 -bc	19,7 -b	4,96 ab	0,68 -bc-
Natal	2,40 ab-	48,5 a-	4,53 -b	1,06 a----
Baianinha	2,55 a--	36,3 ab	4,75 ab	0,96 ab--
Tukey (5%)	0,33	24,68	0,75	0,33

- As médias, seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferenças significativas entre si.

ça significativa, entre o teor de MO determinado na "altitude alta", 2,62, e o determinado na "altitude baixa", 1,72.

O desdobramento da interação cultivar x altitude, em relação aos teores de P, demonstra que, a área da cultivar Murcote apresentou diferença altamente significativa, entre o teor determinado na "altitude alta", 4,6, e o constatado na "altitude baixa", 1,2. A área da 'Baianinha' revelou diferença significativa entre os teores, 1,2 e 3,2, determinados, respectivamente, na "altitude alta" e "baixa".

O valor de pH determinado nas "altitudes baixas", 7,23, apresentou diferença significativa em relação ao constatado nas "altitudes altas", 7,02.

A avaliação da fertilidade do solo, no centro das entrelinhas de plantio, é visualizada no Quadro 12.

4.3. Circunferência do Caule

O Quadro 13 mostra que a análise de variância revelou efeito altamente significativo, pelo teste de F, entre as cultivares estudadas, com relação aos dados das circunferências dos caules.

QUADRO 12 - Média dos resultados das análises químicas das amostras de solos coletadas no centro das entrelinhas de plantio de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Cultivar	Altitude	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (emq/100cc)	Mg (emq/100cc)	Al (emq/100cc)	pH
Murcote	Alta	2,06 M	4,6 B	54,0 M	5,20 A	1,06 A	0,10 B	7,26 A1F
	Baixa	2,06 M	1,2 B	53,2 M	4,76 A	0,84 M	0,10 B	7,36 A1F
Pera-Rio	Alta	2,86 M	1,8 B	33,0 M	5,18 A	0,76 M	0,10 B	7,04 A1F
	Baixa	2,26 M	3,6 B	39,6 M	5,56 A	0,44 B	0,10 B	7,24 A1F
Valência	Alta	2,62 M	2,2 B	19,4 B	5,12 A	0,82 M	0,10 B	7,00 An
	Baixa	1,72 M	2,0 B	20,0 B	4,80 A	0,54 M	0,08 B	7,36 A1F
Natal	Alta	2,45 M	1,8 B	46,4 M	4,90 A	1,00 M	0,10 B	7,08 A1F
	Baixa	2,34 M	0,8 B	50,6 M	4,16 A	1,12 A	0,10 B	7,16 A1F
Baianinha	Alta	2,78 M	1,2 B	48,8 M	4,46 A	0,90 M	0,10 B	6,72 AcF
	Baixa	2,31 M	3,2 B	23,8 B	5,04 A	1,02 A	0,10 B	7,02 A1F
Média Alta		2,55 M	2,32 B	40,32M	4,97 A	0,91 M	0,100B	7,02 A1F
Média Baixa		2,14 M	2,16 B	37,44M	4,86 A	0,79 M	0,096B	7,23 A1F
Média Geral		2,35 M	2,24 B	38,88M	4,92 A	0,85 M	0,098B	7,12 A1F

OBS.: Classificação de acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15).

A - Teor alto
M - Teor médio
B - Teor baixo

A1F - Alcalinidade fraca
An - Acidez neutra
AcF - Acidez fraca

QUADRO 13 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação das circunferências dos caules de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Fontes de Variação (F.V.)	Graus de Liberdade (G.L.)	Quadrado Médio (Q.M.)
Cultivares (C)	4	384,0325**
Altitudes (A)	1	0,0600
C x A	4	2,2300
Amostra	40	7,5613
Total	49	-
Média (\bar{M})	-	55,38
Coeficiente Variação (CV)	-	4,96

** Valor significativo pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade.

Observa-se no Quadro 14 que, a cultivar Pera-Rio apresentou a maior circunferência do caule, seguida pela 'Valência' da qual não apresenta diferença significativa. Nota-se também, que as cultivares Murcote e Natal apresentam dados intermediários entre as demais cultivares. A menor circunferência foi determinada no caule da cultivar Baianinha, a qual difere das cultivares Pera-Rio, Valência e Natal.

QUADRO 14 - Comparação (Tukey 5%) das médias das circunferências dos caules de cinco cultivares de citros do pomar da Fazenda Vitória - Alfenas - Minas Gerais - 1985.

Cultivares	Circunferência (cm)
Murcote	51,59 -bc
Pera-Rio	63,26 a--
Valência	60,50 a--
Natal	52,80 -b-
Baianinha	48,71 --c
Tukey (5%)	3,51

- As médias, seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferenças significativas entre si.

5. DISCUSSÃO

Ao se comparar os resultados obtidos no presente trabalho, com aqueles constatados em outros locais, tanto no Brasil, como no mundo, surgem algumas dificuldades. Este fato exige a consideração de certos fatores como: espécie de plantas, idade, condições climáticas e, especialmente, tipo de solo, entre outras.

As influências dos fatores mencionados estão apresentadas na revisão de literatura. Pela consideração e comparação das mesmas, procurou-se explicar os resultados obtidos.

Para efeito de apresentação, dividiu-se este tópico em três partes semelhantes às aquelas apresentadas no item referente aos resultados.

5.1. Avaliação Nutricional Pela Análise Foliar

Diferentes teores de nutrientes, na m.s. das folhas de cultivares diferentes, foram constatados por muitos autores em várias partes do mundo. No sul do Estado de Minas Gerais esta variação foi comprovada por BUENO (11), PEREIRA (49), OGATA (48) e

SANTOS (62). Os trabalhos dos dois últimos autores foram conduzidos no mesmo pomar em que se realizou o presente estudo. Os dados ora obtidos confirmam os resultados dos trabalhos anteriores. Deve-se considerar, também, que as exigências nutricionais são peculiares à cada cultivar.

Para melhor compreensão dos dados obtidos e suas respectivas explicações, dividiu-se este item de acordo com os nutrientes avaliados.

5.1.1. Nitrogênio

Os dados constantes do presente estudo, confirmam os dados obtidos por SANTOS (62), em relação às cultivares Pera-Rio, Valência e Baianinha, que não apresentam diferenças quanto ao teor foliar de N. Maior teor de N nas folhas da 'Natal', também foi constatado por OGATA (48).

Mais importante do que a diferença de nutrientes nas folhas das cultivares, é a comparação dos teores obtidos; com os teores padrões apresentados no Quadro 2. Esta comparação permite avaliar o estado nutricional do pomar quanto ao N como mostra o Quadro 6.

O fato de a análise do solo só revelar os teores de MO e não os de N, torna difícil, senão impossível, explicar precisamente as variações ocorridas com os teores foliares de N. Entretanto, deve-se admitir que o possível uso de MO, provenientes de

fontes diferentes, influenciaram o conteúdo de N nas folhas, pois a quantidade de N existente na MO varia com a matéria prima usada para obtê-la, como mostra KIEHL (37). Além disso, tem que se levar em conta as diferentes doses de fertilizantes químicos usados em função da cultivar plantada em determinada área.

5.1.2. Fósforo

No presente estudo, o menor teor foliar de P foi obtido na cultivar Murcote, concordando com os dados de OGATA (62). Entretanto, o maior teor foi determinado nas folhas da cultivar Baianinha discordando dos dados obtidos pelo referido autor, que apesar de não encontrar o maior teor de P nas folhas da 'Baianinha', obteve teor foliar de P nessa cultivar, semelhante ao determinado no presente trabalho. O Quadro 6 mostra a avaliação do pomar em relação ao P.

O fato de os resultados ora discutidos apresentarem cultivares com teores foliares ótimos de P, enquanto as análises de solo revelaram teor baixo desse elemento em todas as áreas amostradas, pode ser explicado pela possível menor exigência de P, por essas cultivares, em relação às exigências médias das culturas consideradas, pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (15), na determinação dos níveis orientativos da fertilidade do solo.

Outra explicação para o mesmo fato é que, possivelmen-

te, o extrator usado nas análises de solo seja menos eficiente do que essas cultivares na extração de P.

5.1.3. Potássio

Os resultados obtidos no presente estudo não revelaram diferenças significativas, entre os teores de K encontrados nas folhas das cultivares estudadas. Todos os teores foliares de K foram classificados como deficientes, Quadro 6. Não concordando, portanto, com os dados apresentados, pelos dois autores anteriormente citados.

Chama a atenção também os resultados do Quadro 9, onde a análise de solo revelou teores altos de K, na maioria das áreas estudadas.

A provável explicação para os resultados, ora discutidos, reside no forte antagonismo exercido pelo Ca, em relação ao K; como constatado por SMITH (69).

A comparação dos resultados do presente estudo, com àqueles obtidos por OGATA (48) e SANTOS (62), parece confirmar a justificativa acima. Enquanto o menor teor foliar de K determinado por qualquer desses autores, foi bem mais elevado, do que o maior teor foliar desse nutriente, obtido no presente estudo, o maior teor de Ca nas folhas obtido nos estudos de OGATA (48) e SANTOS (62), foi praticamente igual ao menor teor de Ca nas folhas ora determinado.

Estas constatações podem significar que os teores de Ca, existentes no solo na época de tais estudos, não foram suficientes para reduzir a absorção do K. As calagens provavelmente efetuadas, após os trabalhos desses autores, elevaram os teores de Ca no solo ao ponto capaz de inibir a absorção do K, provocando assim a redução do teor deste nutriente nas folhas das cultivares estudadas no presente trabalho.

5.1.4. Cálcio

No presente trabalho, os resultados obtidos revelam teores foliares de Ca, bem mais elevados do que os determinados por OGATA (48) e SANTOS (62). Todos esses teores foram classificados como ótimos, de acordo com os padrões propostos, como mostra o Quadro 6.

Os menores teores de Ca foram obtidos nas folhas das cultivares Baianinha e Murcote, concordando, desta maneira com os dados obtidos pelos autores acima. Estes teores, entretanto, apresentam diferença significativa entre si e, em relação as demais cultivares. O maior teor foliar de Ca, no presente estudo, foi determinado na cultivar Valência.

Os teores mais elevados de Ca, obtidos nas folhas das cultivares estudadas, no presente trabalho, em relação aos constatados, nas mesmas cultivares, por OGATA (48) e SANTOS (62), devem-se, provavelmente, às aplicações de calcário efetuadas na área do pomar após os estudos desses autores.

O fato de todas as cultivares apresentarem folhas com teores de Ca, classificados como ótimos, está em concordância com os resultados das análises de solo, Quadros 9 e 12. Estas análises revelaram teores altos de Ca em todas as áreas plantadas com as cultivares estudadas.

O maior teor médio de Ca, determinado nas amostras de folhas coletadas das cultivares plantadas nas "altitudes altas", em relação àqueles verificados nas amostras provenientes das mesmas cultivares nas "altitudes baixas", pode ser explicado pelo maior teor médio desse elemento verificado nas amostras de solos coletadas, também, nas "altitudes altas" das encostas plantadas com as cultivares estudadas.

5.1.5. Magnésio

No presente trabalho, apenas a cultivar Natal na "altitude baixa" apresentou folhas com teor ótimo de Mg, como mostra o Quadro 6. Todas as demais cultivares apresentaram, nas duas altitudes consideradas, folhas com teor baixo de Mg. O menor teor de Mg foi determinado nas folhas da cultivar Baianinha, estando, portanto, de acordo com os trabalhos de OGATA (48) e SANTOS (62) e o teor maior foi obtido nas folhas da 'Natal', concordando com o trabalho de OGATA (48).

O fato de, praticamente, todas as cultivares estudadas apresentarem folhas com teores baixos de Mg, de acordo com os pa

drões estabelecidos no Quadro 2, enquanto as análises de solo revelaram teores médios a altos deste nutriente, em todas as áreas consideradas, pode ser explicado pela interferência exercida pelo pH do solo na absorção de Mg. A disponibilidade do Mg diminui com o aumento do pH, sendo mais afetado o originário de carbonato. Em pH neutro, apenas 15% do Mg contido no $MgCO_3$, está disponível para as plantas; segundo RODRIGUEZ (56).

As análises efetuadas nas amostras de solo coletadas em todas as áreas consideradas no presente trabalho, revelaram valores de pH neutro, ou muito próximos do neutro; conforme mostra os Quadros 9 e 12. Estes resultados parecem confirmar a justificativa acima apresentada.

Diante dos resultados e afirmações aqui apresentados, adubações foliares, com sulfato de Magnésio, podem ser bastante oportunas para elevarem os teores desse nutriente, nas culturas estudadas, evitando assim os efeitos indesejáveis de um desbalanço nutricional.

5.2. Avaliação da Fertilidade do Solo

Os resultados obtidos no presente trabalho, revelam teores de P e K, nas amostras de solos coletadas na projeção vertical das copas das árvores, praticamente duas vezes superiores aos das amostras coletadas nas entrelinhas de plantio.

Esta situação se deve, provavelmente, ao fato de as a-

dubações realizadas normalmente próximas às covas de plantio, ou seja, na projeção vertical das copas das árvores, aumentarem a concentração dos nutrientes aplicados nessa faixa do terreno. Deve-se considerar, também, que a adição de fertilizantes é o método mais usado em todo o mundo, para aumentar a fertilidade dos solos.

Os teores de Ca, Mg, Al e os valores de pH, determinados nas amostras coletadas na projeção vertical das copas das árvores, são praticamente os mesmos constatados nas amostras coletadas nas entrelinhas de plantio.

Este fato pode ser explicado pelo método de aplicação do calcário que, geralmente, é feita a lanço, em toda a área de plantio.

O fato de as áreas plantadas com as cultivares estudadas no presente trabalho, apresentarem diferentes teores do mesmo nutriente, deve-se provavelmente às quantidades diferentes de fertilizantes aplicados em cada área. Esta prática de aplicar adubos, em função da cultivar plantada, vem sendo usada, ultimamente, no pomar da Fazenda Vitória.

Outra justificativa, para as acentuadas diferenças nos teores do mesmo nutriente, entre as glebas ocupadas com as cultivares estudadas, pode ser o tamanho da área explorada, aproximadamente, 800 ha. Embora, o tipo de solo do pomar, aparentemente seja o mesmo em todas as glebas, é de se esperar que ocorra variações da fertilidade natural em várias localidades dessa área.

Numa mesma gleba de terra, a fertilidade natural do solo varia em função da altitude. Assim, a parte mais baixa da encosta de um terreno é mais fértil, do que àquela localizada na parte superior da mesma encosta; segundo GOMES (31).

Os resultados obtidos, neste trabalho, nem sempre confirmam essa afirmação. Os teores médios de MO foram maiores nas amostras coletadas nas "altitudes altas", em ambas as faixas de solo amostradas, ou seja, nas entrelinhas de plantio e na projeção vertical das copas das árvores.

Comportamento semelhante ao da MO foi apresentado pelo Ca, nas amostras coletadas na projeção vertical das copas das árvores.

As possíveis explicações para o maior nível de MO, determinado nas altitudes mais elevadas podem ser: 1) para compensar a diferença natural existente entre as duas altitudes, é possível que, nas altitudes mais altas tenham sido usados materiais em quantidades e/ou qualidades, superiores aos aplicados nas altitudes mais baixas. 2) a possibilidade da aeração, insolação, temperatura e outros fatores, favoráveis à transformação da matéria prima usada como fonte de MO, serem mais eficientes nas altitudes mais altas, do que nas mais baixas.

A primeira explicação apresentada para as diferenças entre os níveis de MO, determinados nas duas altitudes consideradas, provavelmente, seja a mesma para justificar os diferentes teores de Ca nessas mesmas altitudes. Assim, é possível que, a

quantidade de calcário, aplicada nas partes mais elevadas das en costas tenham sido maiores do que àquelas usadas nas partes mais baixas das mesmas encostas.

Aparentemente, os valores de pH no solo deveriam acompanhar os teores de Ca, determinados na mesma área. Entretanto, isto não ocorreu no presente trabalho, onde os valores médios de pH, determinados nas altitudes mais altas, foram menores do que os das altitudes mais baixas.

Este fato, provavelmente, tem sua explicação no maior poder tampão, exercido pelos maiores teores de MO identificados nas altitudes mais altas. O poder tampão é uma característica da MO, e varia em função da matéria prima, usada como fonte dessa MO; segundo KIEHL (37).

5.3. Circunferência do Caule

Os resultados obtidos no presente estudo, revelam que as cultivares Pera-Rio, Natal e Valência apresentaram circunferência média do caule superior a da cultivar Murcote, concordando assim, com os resultados do trabalho conduzido por PEREIRA (49).

As diferenças entre as circunferências médias dos caules, das diversas cultivares estudadas, podem ser explicadas pelo fato de que, cada cultivar possui características próprias de terminantes do seu crescimento, e também, pela constatação de FI

GUEIREDO (25) de que, geralmente, as laranjeiras apresentam um porte mais desenvolvido do que a 'Murcote' e 'Ponkan'.

De um modo geral, as cultivares estudadas apresentam um crescimento compatível com a idade das mesmas.

6. CONCLUSÕES

1) Os teores foliares de N, P, Ca e Mg variaram em função das cultivares Murcote, Pera-Rio, Valência, Natal e Baianinha.

2) As cultivares Pera-Rio nas duas altitudes do terreno, Valência na "altitude alta" e Baianinha na "altitude baixa", apresentaram teores baixos de N nas folhas. A 'Natal' e a 'Murcote' nas duas altitudes consideradas, a 'Valência' na "altitude baixa" e a 'Baianinha' na "altitude alta" apresentaram teores foliares ótimos de N.

3) As cultivares Murcote e Valência nas duas altitudes consideradas e Pera-Rio na "altitude alta", apresentaram teores baixos de P nas folhas. As demais cultivares apresentaram teores foliares ótimos de P.

4) Todas as cultivares estudadas, nas duas altitudes do terreno, apresentaram folhas com teores deficientes de K e ótimos de Ca.

5) Apenas a cultivar Natal na "altitude baixa", apresentou teor foliar ótimo de Mg. Todas as demais cultivares apresentaram teores baixos de Mg nas folhas.

6) Uma diferença aproximada de 80 m, entre as altitudes consideradas, interferiu nos teores de Ca determinados nas amostras de folhas das cultivares estudadas e, nos teores de N determinados nas amostras foliares da cultivar Valência. Essa mesma diferença de altitude, também, interferiu nos teores de Ca e Mo determinados nas amostras de solos, coletadas na projeção vertical das copas das árvores.

7) As amostras de solos coletadas na projeção vertical das copas das árvores, revelaram teores médios de P e K mais elevados em 222,32% e 192,18%, em relação aos respectivos teores desses nutrientes determinados nas amostras coletadas no centro das entrelinhas de plantio.

8) As avaliações feitas, pela comparação dos teores foliares de nutrientes com base nas DMS, nem sempre coincidem com aquelas baseadas nos teores padrões propostos.

7. RESUMO

Este trabalho foi conduzido na Fazenda Vitória, situada no município de Alfenas no sul do Estado de Minas Gerais. Seu objetivo foi avaliar o estado nutricional de cinco cultivares de citros no estágio de produção, em duas altitudes do terreno. Estudou-se as laranjeiras 'Pera-Rio', 'Valência', 'Natal' e 'Baianinha' e o tangor 'Murcote', plantadas em Latossolo Vermelho-Escuro, de textura média, fase cerrado de baixa densidade. Avaliou-se a fertilidade do solo na projeção vertical das copas das árvores e no centro das entrelinhas de plantio, bem como o teor de nutrientes nas folhas das cultivares estudadas. Todas as cultivares, nas duas altitudes consideradas, apresentaram nutrição ótima em Ca, baixa em Mg, e deficiente em K, à exceção da 'Natal' na "altitude baixa", que revelou nutrição ótima em Mg. As cultivares Pera-Rio, nas duas altitudes, Valência na "altitude alta" e Baianinha na "altitude baixa", apresentaram nutrição baixa em N, enquanto as demais cultivares apresentaram ótima nutrição neste elemento. A 'Murcote' e a 'Valência', nas duas altitudes e, a 'Pera-Rio' na "altitude alta", apresentaram nutrição baixa em P, e as demais cultivares apresentaram nutrição ótima em P. A diferen

ça aproximada de 80 m, entre as altitudes determinadas nas áreas de cada cultivar, interferiu no teor foliar de Ca dessas cultivares e no teor de N nas folhas da Valência. Essa mesma diferença de altitude, também, interferiu no teor de Ca e MO presentes na faixa de solo, localizada na projeção vertical das copas das árvores. Os teores de P e K no solo, determinados na projeção vertical das copas das árvores, foram 222,32% e 192,18% mais elevados em relação aos seus respectivos teores, determinados no centro das entrelinhas de plantio. As avaliações feitas, pela comparação dos teores foliares médios de nutrientes com base nas DMS, nem sempre coincidem com aquelas baseadas nos teores padrões propostos.

8. SUMMARY

A NUTRITIONAL SURVEYING OF CITRUS CULTIVARS IN THE PRODUCTION STAGE IN SOIL FORMEHY UNDER CERRADO

This work was undertaken on the farm Vitória which is situated at Alfenas, in the South of the State of Minas Gerais, the scope of which was to evaluate the nutritional State of five citrus cultivars in the production stage, in two land altitudes. The following orange trees were investigated; 'Pera-Rio', 'Valência', 'Natal' and 'Baianinha' and tangor 'Murcote', planted in Dark-Red Latosol, medium textured, low density cerrado phase. It was evaluated soil fertility in the vertical projection of the tops of trees and in the center of the interlines of planting as well as nutrient contents in the leaves of the cultivars investigated. All the cultivars, in the two altitudes taken into account, showed excellent nutrition on Ca, low on Mg and deficient on K, excepting 'Natal' in the "low altitude", which revealed excellent nutrition on Mg. Cultivars Pera-Rio, in both altitudes, Valência in the "low altitude" and 'Baianinha' in the "low altitude" exhibited low nutrition on N, while the others cultivars dis

played excellent nutrition on P. 'Murcote' and 'Valência', in both altitudes and 'Pera-Rio' in the "high altitude" presented low nutrition on P, and the others cultivars showed excellent nutrition on P. The close difference of 80 m, between the altitudes established in the areas of each cultivar, interfered in the leaf content of Ca of these cultivars as well as the N content in the leaves of 'Valência'. That very same difference of altitude, also, interfered in the content of Ca and MO present in the band of soil located within the vertical projection of the crowns of the trees. The contents of P and K in the soil, so determined were 222,32% and 192,18% higher than their respective contents, ascertained in the center of the planting interlines. The evaluations accomplished, by confronting the medium leaf levels of nutrients on the basis of DMS, not always coincided with those based on proposed standard contents.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCARDE, J.C. Características de qualidade dos corretivos da acidez do solo. In: RAIJ, B. Van, et alii, coords. Acidez e calagem no Brasil. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p.11-22. (Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 15, Campinas, 1982).
2. ALVIM, P.T. & ARAÚJO, W.A. El suelo como factor ecológico em el desarrollo de la vegetación en el Centro-Oeste del Brasil. Turrialba, Costa Rica, 2(4):153-60. Oct./Dec. 1952.
3. _____ & SILVA, J.E. da. Comparação entre os cerrados e a região amazônica em termos agroecológicos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5, Brasília, 1979. Cerrado; uso e manejo. Brasília, Editerra, 1980. p.143-60.
4. AMARAL, J.D. Os Citrinos. 3 ed. Lisboa, Liv. Classica, 1982. 788p.
5. ANDRADE, J.M.B. de. Avaliação das brotações de ramos com deficiência de magnésio e de zinco em laranjeiras (Citrus sinensis (L.) Osbeck). Lavras, ESAL, 1984. 68p. (Tese de Mestrado).

6. ARNON, D.I. & STOUT, P.R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. Plant physiology, Baltimore, 14:371-5, Oct. 1939.
7. BARBER, S.A. Problems areas and possibilities of more efficient fertilizer use. In: Improved use of plant nutrients. Rome, FAO, 1978. p.41-52. (Soils Bulletin, 37).
8. BITCOVER, H.E. & WANDER, I.W. Some observations on nitrite formation of by citrus. Plant physiology, Baltimore, 25: 461-8, Jul., 1950.
9. BLACK, C.A. Soil-plant relationships. 2ed. New York, J. Wiley & Sons, 1968. 792p.
10. BUCKMAN, H.O. & BRADY, C.N. Natureza e propriedades do solo. 4 ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1974. 594p.
11. BUENO, D.M. Efeito do superfosfato triplo no crescimento de porta-enxertos de citros, em diferentes tipos de solos. Lavras, ESAL, 1984, 176p. (Tese de Mestrado).
12. CARPENA-ARTÉS, O. El diagnóstico del estado nutritivo de las plantas. Proceedings of the International Society of Citriculture. Orlando, 3:1008-10, Oct., 1979. (International Citrus Congress, Orlando, 1977).

13. CAMP, A.F.; CHAPMAN, H.D. & PARKER, E.R. Symptoms of citrus malnutrition. In: BEAR, E.F. & COLEMAN, R. Hunger signs in crops. 2.ed. Washington, The American Society of Agronomy y The National Fertilizer Association, 1949. p.307-65.
14. CHAPMAN, H.D. The mineral nutrition of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D. & WEBBER, H.J., eds. The citrus Industry. V.2. Riverside, University of California, 1968. p.127-284.
15. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 3ª aproximação, Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p.
16. DECHEN, A.R. Deficiência de Cálcio e Magnésio nos solos e nas plantas. In: RAIJ, B. Van et alii, coords, Acidez e calagem no Brasil, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p.87-95. (Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 15, Campinas, 1982).
17. DINIA, J.F.; MOREIRA, G.N.C.; BLOISE, R.M.; CASTRO, A.F. de; MENEGUELLI, N. do A. & RAMALHO FILHO, A. Recomendações de fertilizantes e corretivos em quatro níveis de exigência dos solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 1979. 34p.

18. DEVLIN, R.M. Funciones de los elementos minerales esenciales y sintomas de deficiencia. In: _____. Fisiologia Vegetal. 3.ed. Barcelona, Omega S.A., 1976. p.304-18.
19. EMBLETON, T.W. & JONES, W.W. Leaf analysis. Fertilizer program for oranges. Citrograph, Los Algeles, 48(10):339-51, 1963.
20. _____; LABANAUSKAS, C.K. & REUTHER, W. Leaf analysis as adiagnostic tool and guide to fertilization. In: REUTHER, W. The Citrus Industry. V.3. Riverside, University of California, 1973, cap.6, p.183-210.
21. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA; Fruticultura de clima tropical; Programas nacionais de pesquisa. Brasília, Departamento de Informação e Documentação, 1981. 198p.
22. EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Livros técnicos e científicos, 1975. 341p.
23. EXPORTAÇÕES em 83 e 84: dados comparativos. Informe Abrassucos, São Paulo, 1(2):4, maio, 1985.
24. FERNANDES, D.R. Adubação de cafeeiro. Curso de atualização em adubação de plantas cultivadas, Piracicaba, ESALQ, 1983. 26p. (mimeografado).

25. FIGUEIREDO, J.O. Variedades - Copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O. & VIÉGAS, F., coords. Citricultura Brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. v-1 p.241-78.
26. FREITAS, L.M.M. de. Alternativas de uso do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5, Brasília, 1979. Cerrados; uso e manejo. Brasília, Editerra, 1980. p.281-316.
27. GALLO, J.R.; MOREIRA, S.; RODRIGUEZ, O. & FRAGA JR. C.G. Composição inorgânica das folhas da laranjeira 'Baianinha', com referência à época de amostragem e adubação química. Bragantia, Campinas, 19(16):229-46. mar. 1960.
28. GALLO, J.R.; CATANI, R.A. & GARGANTINI, H. Efeito de três tipos de calcários na reação do solo e no desenvolvimento da soja. Bragantia, Campinas, 15:121-30. jun. 1956.
29. GALRÃO, E.S. & LOPES, A.S. Deficiências nutricionais em solos de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5, Brasília, 1979. Cerrados; uso e manejo. Brasília, Editerra, 1980. p.2-8.
30. GOEDERT, W.J. Uso e manejo dos recursos naturais do cerrado: solo e clima. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5, Brasília, 1979. Cerrados. Uso e Manejo, Brasília, Editerra, 1980. p.475-98.
31. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 6 ed. São Paulo, Nobel, 1976. 430p.

32. GUARDIOLA, J.L. & GONZÁLES-SICILIA, E. Efeito de la fertilización nitrogenada sobre el contenido en elementos minerales en las hojas del naranjo Washington Navel y la producción. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, Madrid, 12(3):177-98, 1968.
33. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil, 1984. Rio de Janeiro, FIBGE, V-45, 1985.
34. JACKSON, P.C. & HAGEN, C.E. Products of orthophosphate absorption by barley roots. Plant Physiology, Baltimore; 35:326-332, May. 1960.
35. JONES, U.S. The soil-plant growth situation. In: _____. Fertilizer and soil fertility. 2.ed. Reston, Reston publishing, 1982. p.1-19.
36. _____. Phosphorus the key life. In: _____. Fertilizers and soil fertility. 2.ed. Reston, Reston publishing, 1982, p.37-82.
37. KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa Potassa e do Fosfato, 1985. p.3-4. (Informações Agronômicas, 30).
38. LOPES, A.S. Solos sob "cerrado"; Características, propriedades e manejo. 2ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 162p.

39. MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo, Ceres, 1970. p. 189.
40. _____. Nutrição mineral e adubação dos citros. In: YAMADA, T., ed. Nutrição mineral e adubação dos citros. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1979. p.13-70. (Boletim Técnico, 5).
41. _____. & GOMES, F.P. Foliar diagnosis in Brazil. In: REUTHER, W., ed. Plant analysis and fertilizer problems. Washington, American Institute of Biology Science. 1960. p.180-9.
42. _____; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.
43. MARCHAL, J. & LACOUILHE, J.J. Bilan minéral du mandarinier "Wilking". Influence de la production et de l'état végétatif de l'arbre sur sa composition minérale. Fruits, Paris, 24(6):299-318, 1969.
44. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 2.ed. Berna, International Potash Institute, 1979. 593p.
45. MIELNICZUK, J. Economicidade da calagem. In: RAIJ, B. van et alii. coords. Acidez e calagem no Brasil. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p.63-77. (Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 15, Campinas, 1982).

46. MONIZ, A.C. Reservas e ocorrências de rochas calcárias no Brasil. In: RAIJ, B. Van et alii. Acidez e calagem no Brasil. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p.1-9. (Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 15, Campinas, 1982).
47. NAIME, U.J. Solos para citros. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(52):13-5, abr., 1979.
48. OGATA, T. Influência das cultivares, surtos vegetativos e tamanho das folhas nos teores de nutrientes foliares dos citros. Lavras, ESAL, 1980. 79p. (Tese de Mestrado).
49. PEREIRA, E.B.C. Avaliação nutricional de cultivares de citros no estágio de desenvolvimento vegetativo. Lavras, ESAL, 1985. 124p. (Tese de Mestrado).
50. PURCINO, A.A.C. Nitrogênio. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 7(81):16-27, set., 1981.
- X 51. RANZANI, G. Solos de Cerrado. In: FERRI, M.G. ed. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1963. p. 53-90.
52. _____. Solos de Cerrado no Brasil. In: FERRI, M.G. ed., SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1971. p.26-43.

53. REUTHER, W. & SMITH, P.F. Leaf analysis of citrus. In: CHILDERS, N.F. ed. Mineral nutrition of fruit crops. New Jersey, Horticultural Publications, 1954. p.257-94.
54. RIVERO, J.M. del. Los estados de carência de los agrios. 2. ed. Madri, Mundi-Prensa, 1968. 510p.
55. RODRIGUEZ, O. Aspectos principais da nutrição e carências minerais dos citros. In: TEÓFILO SOBRINHO, J. Palestras e debates sobre citricultura; Cordeirópolis, 1977. p.37-57. (1º Ciclo de palestras e debates sobre citricultura).
56. _____. Nutrição e adubação dos citros. In: _____. & VIEGAS, F.C.P., Coords. Citricultura brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 1980. V.2, p.387-430.
57. _____. & GALLO, J.R. Levantamento do estado nutricional de pomares cítricos de São Paulo pela análise foliar. Bragantia, Campinas, 20(48):1183-202, dez. 1961.
58. _____. & MOREIRA, S. Citrus nutrition - 20 years of experimental results in the state of São Paulo, Brasil. In: CHAPMAN, H.D. et. Proceedings of International Citrus Symposium. University of California, 3:1579-86, 1969.
59. ROSAND, P.C. Conceitos básicos sobre a nutrição vegetal e métodos para avaliar a fertilidade dos solos. Itabuna, CEPLAC, 1971. 15p. (mimeografado).

60. SALIBE, A.A. Curso de especialização em citricultura a nível de pós-graduação. 3.ed. Recife. SUDENE/UFRPE, 1977. 188 p.
61. _____. Citricultura no Brasil e no mundo. ENCONTRO NACIONAL DE CITRICULTURA. 4., Aracajú, 1977. Anais... Aracajú, SUDAP, 1977. p.1-9.
62. SANTOS, M.G.M.F. Influência da cultivar e do número de frutos dos ramos nos teores foliares de citros. Lavras, ESAL, 1980. 77p. (Tese de Mestrado).
63. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
64. SATURNINO, H.M.; MATTOSO, J. & CORREA, A.S. Sistema de produção pecuária em uso nos cerrados. In: FERRI, M.G. ed. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4, Brasília, 1976. Bases para a utilização agropecuária; Belo Horizonte, Ed. Itatiaia, 1977. p.59-84.
65. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas. Rio de Janeiro, 1962. 462p. (Boletim, 13).
66. SILVA, C.R. de R. e. Efeito do P, K e Ca na qualidade da laranja 'Pera-Rio', safra 1977/78. Lavras, ESAL, 1979, 82p. (Tese de Mestrado).

67. SILVA, J.U.B. Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes principais no crescimento do limoeiro 'cravo' (Citrus limonia Osbeck) em vasos até a repicagem. Lavras, ESAL, 1981. 100p. (Tese de Mestrado).
68. SIMÃO, S. Citros. In: _____. Manual de Fruticultura. São Paulo, Ceres, 1971. cap.5, 248-90.
69. SMITH, P.F. Mineral analysis of plant tissues. Annual Review Plant Physiology, Palo Alto, 13:81-108, 1962.
70. SOUZA, M. de. Adubação das plantas cítricas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(52):26-31, abr. 1979.
71. _____. Efeito do P, K e Ca no crescimento da laranjeira 'Pera-Rio' (Citrus sinensis L. Osbeck) em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Piracicaba, ESALQ, 1976. 132 p. (Tese de Doutorado).
72. TISDALH, S.L. & NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizer. 3.ed. New York, MacMillan Publishing, 1974. 694p.
73. TROCME, S. & GRAS, R. Suelo y fertilización em fruticultura. Madri, Mundi-Prensa. 1966. 364p.
74. UEXKULL, H.V. Conocimientos y experiencias en la fertilización de citrus. Hannover, Sección Agronomica para el extranjero, 1955. 16p. (Boletim Verde, 1).

75. ULRICH, A. & HILLS, F.J. Principles and practices of plant analysis. Soil testing and plant analysis, Plant analysis, Madison, Soil Science Society of America, 1967. p. 11-24.
76. _____. & OHKI, K. Potassium. In: CHAPMAN, H.D. ed., Diagnostic criteria for plants and soils. Riverside, University of California, 1965. p.362-93.
77. VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura - Equipe de Pedagogia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim técnico, 7).
78. VAN RAIJ, B. The use of phosphate on the main crops in Brazil. Phosphorus in Agriculture, Paris, 33(76):121-31. Sept., 1979.
79. _____. Estudos de materiais calcários usados como corretivos do solo no Estado de São Paulo. O poder relativo de neutralização total. Bragantia, Campinas, 36(12):139-45, mai. 1977.
80. YAMADA, T. Uso eficiente do fertilizante potássico. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 10p. (Informações Agronômicas, 23).