

COMPOSIÇÃO INORGÂNICA DAS FÓLHAS DE LARANJEIRA BAIANINHA, COM REFERÊNCIA À ÉPOCA DE AMOSTRAGEM E ADUBAÇÃO QUÍMICA (*)

J. ROMANO GALLO, *engenheiro-agrônomo, Laboratório de Pesquisas de Elementos Minerais em Plantas*, SYLVIO MOREIRA e ODY RODRIGUEZ, *engenheiros-agrônomos, Seção de Citricultura e* CONSTANTINO G. FRAGA JR., *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental, Instituto Agrônômico*

RESUMO

O presente trabalho representa a primeira contribuição ao estudo da diagnose foliar dos citros, para as nossas condições. São estudadas as variações nos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas de laranja baianinha enxertada sobre cavalo de laranja caipira (*Citrus sinensis*, Osbeck), de um experimento de adubação iniciado em 1947 na Estação Experimental de Limeira, do Instituto Agrônômico, e apresentadas as tendências das curvas de concentração para esses elementos. Além disso, o estudo em aprêço teve por objetivo verificar os efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre o nível daqueles constituintes, nas folhas.

Os resultados obtidos mostraram que a composição química das folhas foi sensivelmente modificada com a idade das mesmas e pela adubação.

1 — INTRODUÇÃO

É numerosa a literatura estrangeira, principalmente a americana, sobre o emprêgo da análise foliar como meio de investigação das necessidades nutricionais dos citros (1 a 10, 12, 13).

Na Flórida, o método da diagnose foliar aplicada à citricultura tem alcançado tal desenvolvimento que a análise sistemática das folhas já se tornou do domínio dos produtores comerciais, que a empregam como auxiliar para produzir frutas destinadas a um mercado específico quanto a qualidade, tamanho e sabor.

(*) Recebido para publicação em 3 de agosto de 1959.

Nas condições do Estado de São Paulo o ciclo de crescimento das plantas cítricas inicia-se de fins de julho a meados de agosto (ciclo da primavera); em dezembro e março outros ciclos ocorrem geralmente. Dêsse modo, as folhas presentes na árvore numa determinada época do ano, encontram-se em estágios diferentes de desenvolvimento, com idade de difícil reconhecimento pelo simples aspecto que apresentam. Dessa situação de desigualdade resulta a variabilidade de composição das folhas. Um critério para a seleção de folhas de idade definida torna-se, assim, necessário para o estudo da diagnose foliar nos citros. As folhas produzidas no ciclo vegetativo da primavera são facilmente identificadas quanto à idade e oferecem segurança quando referidas aos frutos nos ramos (2).

As variações que ocorrem na composição das folhas de um mesmo ciclo vegetativo, de acordo com a época em que as amostras são colhidas, devem ser levadas em consideração como necessárias à interpretação dos resultados da análise foliar. A esse respeito, Jones e Parker (8, 9) determinaram para as laranjeiras "Washington Navel" e "Valencia", na Califórnia, a influência de diversos tratamentos com adubos na composição química das folhas em diferentes épocas do ano. A importância dos estudos sobre a marcha de absorção de macronutrientes, a julgar pela análise das folhas, tem sido também demonstrada por Smith e Reuther (13) com laranja "Valencia", na Flórida.

No Brasil, não temos notícia de publicação relativa ao assunto, e o presente trabalho representa o primeiro passo como contribuição à diagnose foliar dos citros aplicada aos experimentos de campo.

O objetivo deste trabalho foi estudar, em diferentes estágios, a variação da concentração de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de laranja baianinha, sob a influência de tratamentos com fertilizantes em um experimento fatorial 3⁴ com N, P, K e estêrco de curral, instalado em 1947 na Estação Experimental de Limeira, do Instituto Agrônomo. Aqui serão discutidos os resultados correspondentes aos tratamentos com adubos químicos, na ausência de estêrco. São também apresentadas correlações obtidas entre as concentrações dos elementos nutritivos nas folhas.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

2. 1 — CARACTERÍSTICAS DO ENSAIO

Compõem o experimento laranjeiras da variedade baianinha enxertadas sobre cavalos de laranja caipira (*Citrus sinensis*, Osbeck), espaçadas 8 × 8 metros. Cada parcela está formada de quatro plantas e separada de outras parcelas por cinco plantas marginais.

O ensaio acha-se instalado numa gleba de terra roxa, cujas características físicas e químicas, na profundidade de 0-30 cm, por ocasião do plantio eram as seguintes (1):

Dados físicos

Massa específica real	2,80
Massa específica aparente	1,34
Porosidade natural	52,2
Areia grossa (2 — 0,2 mm) % em peso	6,5
Limo + areia fina (0,2 — 0,002 mm) % em peso	67,2
Argila (< 0,002 mm) % em peso	26,3
Classificação internacional	Limo-argilosa

Dados químicos

pH	5,70
Carbono total (g de C por 100 g de solo)	1,78
Nitrogênio total (g de N por 100 g de solo)	0,13
Fósforo solúvel (e. mg PO ₄ --- por 100 g de solo) (2)	0,85
Cálcio trocável (e. mg Ca++ por 100 g de solo)	4,73
Magnésio trocável (e. mg de Mg++ por 100 g de solo)	1,73
Potássio trocável (e. mg de K+ por 100 g de solo)	0,29
Hidrogênio trocável (e. mg de H+ por 100 g de solo)	6,73

A diferenciação dos tratamentos começou em 1951. A partir de 1956 as doses básicas de elementos fertilizantes usadas foram as seguintes, por planta e por ano: 250 g de N, 200 g de P₂O₅ e 150 g de K₂O, respectivamente nas formas de salitre do Chile, superfosfato simples e cloreto de potássio. O nitrogênio foi aplicado fracionadamente, em três épocas: na primavera, no verão e no outono.

(1) Dados de análise da Seção de Agrogeologia.

(2) Extraído com uma solução obtida pela mistura de 1 parte em volume de ácido oxálico normal e 3 partes em volume de oxalato de potássio normal.

2. 2 — ANÁLISE FOLIAR

As amostras para análise foram colhidas a partir de dois meses de idade da folha, aproximadamente, e as árvores se apresentavam com 10 anos quando tiveram início os trabalhos de amostragem. Para segurança quanto à seleção de folhas de mesma idade fisiológica elas foram retiradas de ramos com frutos, produzidos no ciclo da primavera, segundo método sugerido por Chapman e Brown (2). Em cada data de amostragem foram retiradas 40 folhas de cada parcela para a constituição de uma amostra composta: 10 folhas por planta útil, uma por ramo (figura 1).

No laboratório as folhas foram lavadas com água corrente e enxaguadas com água destilada, submetidas à secagem a 60-70° C em estufa de circulação forçada de ar, e moídas em moinho Wiley com peneiras de malha 20. Os métodos de determinação empregados, descritos em trabalho anterior para cafeeiros (11), foram os seguintes: nitrogênio, semi-micro Kjeldahl; fósforo, fosfo-molíbdo-vanadato; po-

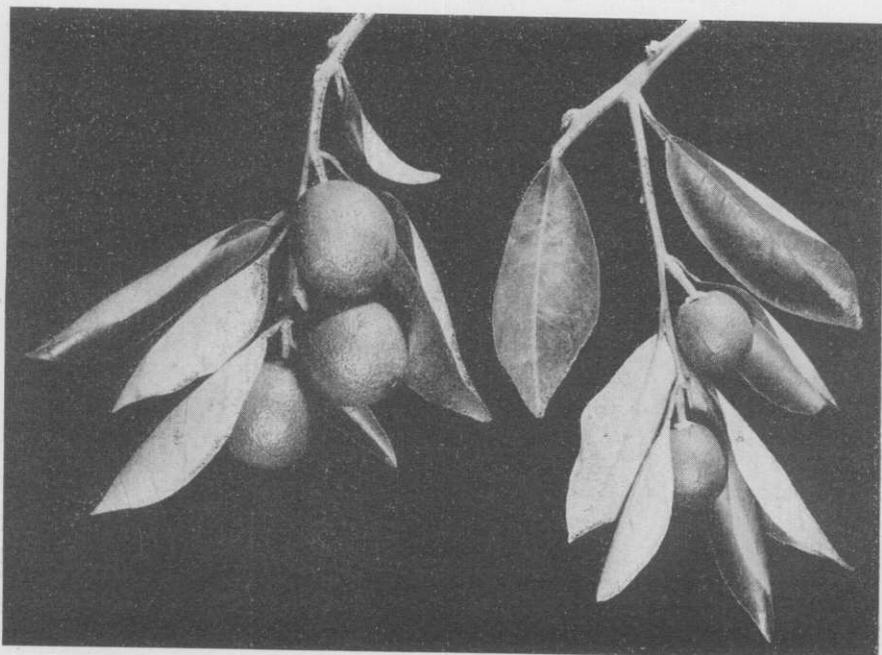


FIGURA 1. — Galhos de laranjeira com frutos gerados no ciclo da primavera. De uma até 10 folhas são encontradas nesses ramos, colhendo-se, para análise, apenas uma de cada ramo, para formação da amostra composta.

tássio, fotometria de chama; magnésio, amarelo tiazol. O cálcio foi determinado por fotometria de chama, usando o espectrofotômetro Beckman, modelo DU.

3 — RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

3. 1 — TENDÊNCIA DAS CURVAS DE CONCENTRAÇÃO

Os gráficos da figura 2 mostram as tendências das curvas de concentração dos constituintes minerais nas fôlhas, nas diferentes épocas do ano. Os valores correspondentes a cada data de amostragem representam as médias das concentrações do nutriente (N, P, K, Ca, ou Mg) na matéria seca das fôlhas de nove tratamentos que carregiam doses idênticas do elemento fertilizante.

Nitrogênio. O teor de nitrogênio cresceu inicialmente, associado à estação quente do ano, para depois sofrer um decréscimo acentuado, durante quase todo o ciclo, com envelhecimento das fôlhas. De acôrdo com os resultados registrou-se, nas condições da experiência, um máximo em dezembro e um mínimo em agosto. A concentração de nitrogênio mostrou tendência para aumentar na época do florescimento nas fôlhas geradas no novo ciclo e atingiu, nessa mesma época, o mínimo nas fôlhas do ciclo anterior.

Dados obtidos por Jones e Parker (9, 10) indicam que o N não é rapidamente absorvido nos meses de inverno, nas condições da Califórnia, mas uma elevação do nível de azoto nos citros pode ser obtida na época do florescimento e quando da formação dos frutos por meio de pulverizações na folhagem. A fim de garantir um suprimento adequado de azoto no início do ciclo vegetativo, a principal aplicação de adubos nitrogenados pode ser efetuada um pouco antes desse período de exigência, durante o mês de agosto, para as nossas condições.

Fósforo. O teor de fósforo decresceu com a idade das fôlhas e com a concorrência dos frutos. À semelhança do azoto, a concentração de fósforo cresceu logo após a colheita. O teor mínimo ocorreu em agosto, em oposição ao máximo em setembro, nas fôlhas do novo ciclo. O decréscimo de fósforo nas fôlhas velhas a partir de julho deve estar ligado a uma migração do elemento para atender à nova brotação. A aplicação anual de fosfatos, nessas condições, ao que

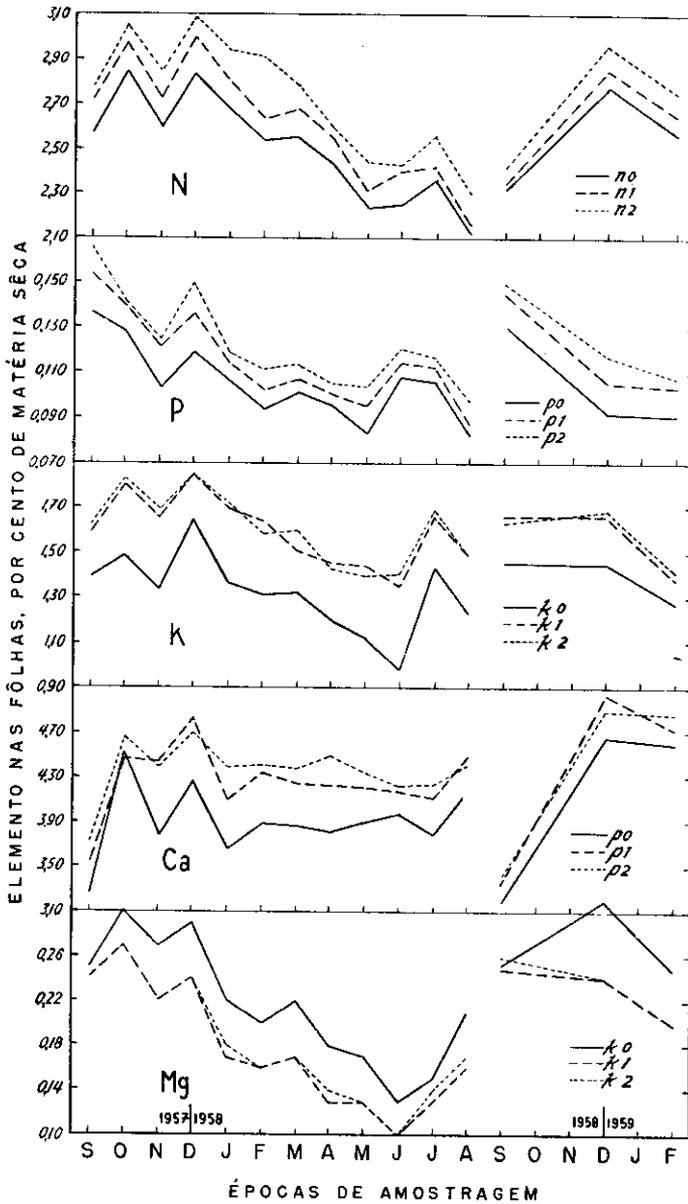


FIGURA 2. — Variações sazonais na composição das folhas de laranjeira baianinha, mostrando os efeitos de diferentes tratamentos com fertilizantes. Os símbolos *n*, *p* e *k*, seguidos dos números 0, 1 e 2 especificam as adubações e as doses de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

parece, deve ser efetuada em abril, precedendo à gradeação do terreno, prática usual de eliminação do mato no pomar, para as colheitas. Essa aplicação viria assegurar a manutenção de níveis altos de fósforo nas folhas por ocasião do florescimento e frutificação.

Potássio. O efeito da idade da folha sobre a concentração de potássio foi traduzido por uma diminuição da porcentagem desse nutriente. Em julho, o teor de potássio nas folhas velhas foi superior ao das folhas novas com dois meses de idade, decrescendo daí por diante. Uma migração do potássio para as folhas do novo ciclo de crescimento ou para atender às necessidades do florescimento parece, assim, ocorrer. Pelas razões apresentadas para a aplicação de fósforo, a adubação potássica deve ser feita na mesma época que a fosfatada.

Cálcio. O teor de cálcio, baixo nas folhas novas, cresceu de modo acentuado até dezembro. Daí por diante, decresceu ligeiramente, não apresentando grandes variações até o final do ciclo. As curvas que definem a evolução do cálcio na figura 2 foram obtidas a partir dos dados dos tratamentos que receberam doses crescentes de superfosfato em consequência desse adubo carrear cálcio ao solo. Efetivamente, a concentração de cálcio nas folhas aumentou com a dose de superfosfato aplicada. Note-se, entretanto, que Embleton e outros (3) na Califórnia obtiveram teores mais altos de cálcio nas folhas de citros com aplicações de ácido fosfórico líquido ou de superfosfato triplo.

Magnésio. O teor de magnésio sofreu uma redução gradativa com o envelhecimento das folhas, para aumentar, então, nos últimos meses do ciclo. Em outubro foi registrado o teor máximo, e o mínimo, em junho. A tendência para aumento do nível de Mg no final do ciclo está em oposição ao que normalmente tem sido registrado com os teores de N, P e K, os quais declinam nas folhas velhas, com a iniciação do novo ciclo. Uma redução nessa característica ocorreu com a adubação potássica.

3. 2 — EFEITOS DA ADUBAÇÃO

Os efeitos da adubação na composição mineral das folhas, também notados pelos gráficos da figura 2, foram confirmados pela análise da variância para as folhas colhidas nos meses de outubro a janeiro — quando a concentração dos nutrientes é relativamente ele-

vada (fôlhas de 3 a 6 meses de idade) e em maio — após a maturação dos frutos, quando a reserva dos nutrientes é reduzida (fôlhas com 10 meses de idade). Os teores de N, P, K, Ca e Mg nas fôlhas de citros para essas datas estão contidos nos quadros 1 a 5.

Efeitos sôbre o teor de nitrogênio. Houve uma relação linear positiva e altamente significativa entre a adubação nitrogenada e o teor de N nas fôlhas, para as datas de amostragem estudadas. Os aumentos na concentração de N atribuídos à adubação variaram entre 7,1 e 9,6 %. O efeito da adubação fosfatada se manifestou significativamente por uma depressão do teor de nitrogênio nas fôlhas, porém os decréscimos não foram proporcionais para a maioria das datas de amostragem. Houve uma tendência positiva da adubação potássica no aumento da concentração de nitrogênio nas fôlhas; os efeitos, entretanto, não foram significativos. Não se registraram efeitos significativos da adubação para as interações NP, NK e PK. Foram calculados sômente os efeitos lineares das interações.

Efeitos sôbre o teor de fósforo. Uma relação positiva e altamente significativa foi obtida entre as aplicações de superfosfato e o teor de P nas fôlhas. Essa relação indicou um aumento do teor de P nas fôlhas de acôrdo com o aumento da dose de adubo aplicada. Os acréscimos no teor de fósforo variaram entre 10,0 e 24,8 %. A aplicação do adubo nitrogenado baixou a porcentagem do fósforo nas fôlhas novas, assinalando-se, em dezembro, uma relação linear significativa e um efeito depressivo de 11,9 %. Em maio, entretanto, quando as concentrações de fósforo e de nitrogênio decresceram, o efeito do N aplicado ao solo foi positivo, registrando-se um aumento de 12,7 % no teor de P para uma dose de azôto. Não houve aumento, sob êsse aspecto, entre uma e duas doses de azôto. A adubação potássica e as interações NP, NK e PK não tiveram efeitos significativos.

Efeitos sôbre o teor de potássio. Um aumento do teor de potássio na matéria sêca das fôlhas, propiciado pela aplicação do cloreto de potássio, foi observado; sômente em um mês o efeito da adubação potássica, apesar de positivo, não foi significativo. Os aumentos ob-

QUADRO 1. Concentração de nitrogênio (N) nas folhas, por cento de matéria seca. Folhas colhidas no ciclo vegetativo da primavera com 3, 4, 5, 6 e 10 meses de idade

	n ₀			n ₁			n ₂		
	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂
1957									
25/10									
k ₀	2,94	2,64	2,82	2,82	2,95	3,09	2,97	3,05	3,03
k ₁	2,84	2,89	2,69	2,98	3,05	3,01	3,07	2,94	3,08
k ₂	3,09	2,99	2,68	2,92	2,99	2,88	3,11	3,14	3,07
26/11									
k ₀	2,79	2,44	2,42	2,92	2,72	2,79	2,90	2,77	2,88
k ₁	2,40	2,63	2,97	2,79	2,83	2,64	2,98	2,75	2,90
k ₂	2,79	2,45	2,79	2,53	2,71	2,51	2,93	2,79	2,72
26/12									
k ₀	3,10	2,65	2,83	3,15	2,90	2,92	3,09	2,94	2,95
k ₁	2,89	2,75	2,72	3,18	2,91	2,96	3,53	3,05	2,93
k ₂	3,14	2,87	2,56	3,01	3,17	2,78	3,30	3,07	2,95
1958									
21/1									
k ₀	2,80	2,53	2,65	2,97	2,64	2,79	3,00	2,82	2,85
k ₁	2,69	2,56	2,53	3,00	2,73	2,57	3,17	2,97	2,74
k ₂	2,97	2,68	2,69	2,97	2,90	2,65	3,16	2,98	2,80
27/5									
k ₀	2,32	2,15	2,10	2,47	2,19	2,30	2,33	2,37	2,35
k ₁	2,38	2,21	2,13	2,49	1,99	2,40	2,73	2,44	2,44
k ₂	2,53	2,15	2,11	2,44	2,32	2,20	2,68	2,42	2,31

QUADRO 2. — Concentração de fósforo (P) nas folhas, por cento de matéria sêca. Folhas colhidas no ciclo vegetativo da primavera com 3, 4, 5, 6 e 10 meses de idade

	n ₀			n ₁			n ₂		
	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂
1957									
25/10									
k ₀	0,137	0,144	0,154	0,134	0,134	0,162	0,134	0,138	0,150
k ₁	0,128	0,139	0,139	0,123	0,148	0,131	0,116	0,131	0,147
k ₂	0,139	0,136	0,139	0,120	0,147	0,129	0,121	0,155	0,138
26/11									
k ₀	0,107	0,134	0,127	0,107	0,116	0,127	0,104	0,111	0,116
k ₁	0,096	0,111	0,137	0,105	0,121	0,132	0,092	0,116	0,118
k ₂	0,103	0,124	0,126	0,116	0,119	0,116	0,094	0,136	0,116
26/12									
k ₀	0,135	0,129	0,154	0,129	0,139	0,139	0,091	0,144	0,127
k ₁	0,112	0,127	0,155	0,135	0,134	0,170	0,107	0,122	0,133
k ₂	0,116	0,156	0,172	0,105	0,148	0,180	0,122	0,141	0,124
1958									
21/1									
k ₀	0,105	0,121	0,115	0,119	0,122	0,113	0,102	0,113	0,121
k ₁	0,104	0,101	0,119	0,112	0,119	0,137	0,104	0,116	0,109
k ₂	0,110	0,108	0,119	0,101	0,115	0,126	0,108	0,120	0,108
27/5									
k ₀	0,067	0,084	0,095	0,088	0,101	0,106	0,077	0,096	0,104
k ₁	0,075	0,076	0,108	0,088	0,094	0,113	0,100	0,100	0,106
k ₂	0,076	0,104	0,094	0,086	0,104	0,107	0,094	0,101	0,106

QUADRO 3. — Concentração de potássio (K) nas folhas, por cento de matéria seca. Folhas colhidas no ciclo vegetativo da primavera com 3, 4, 5, 6 e 10 meses de idade

	n ₀			n ₁			n ₂		
	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂
1957									
25/10									
k ₀	1,97	1,14	1,70	1,64	1,14	1,42	1,27	1,32	1,77
k ₁	1,89	1,84	1,80	1,98	1,52	1,70	2,11	1,77	1,70
k ₂	2,07	1,73	1,85	1,96	1,90	1,70	1,89	1,78	1,53
26/11									
k ₀	1,93	0,96	1,50	1,46	1,14	1,34	1,12	0,94	1,55
k ₁	1,75	1,78	1,76	1,66	1,45	1,67	1,93	1,45	1,53
k ₂	1,77	1,51	1,53	1,44	1,86	1,66	1,70	1,77	1,93
26/12									
k ₀	2,36	1,12	1,83	1,67	1,18	1,49	1,26	2,14	1,74
k ₁	2,14	2,01	1,94	1,86	1,48	1,70	2,24	1,60	1,67
k ₂	2,28	1,88	1,66	1,66	1,96	1,76	2,10	1,66	1,58
1958									
21/1									
k ₀	1,86	1,16	1,66	1,46	0,98	1,30	1,12	1,12	1,65
k ₁	1,89	1,80	1,94	1,66	1,40	1,76	1,78	1,45	1,62
k ₂	1,94	1,70	1,52	1,68	1,82	1,69	1,77	1,77	1,54
27/5									
k ₀	1,56	1,15	1,38	1,16	0,84	1,20	0,92	0,84	1,16
k ₁	1,53	1,42	1,71	1,34	1,20	1,53	1,51	1,29	1,39
k ₂	1,58	1,42	1,29	1,27	1,46	1,64	1,49	1,31	1,12

QUADRO 4. — Concentração de cálcio (Ca) nas folhas, por cento de matéria seca. Folhas colhidas no ciclo vegetativo da primavera com 3, 4, 5, 6 e 10 meses de idade

	n ₀			n ₁			n ₂		
	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂
1957									
25/10									
k ₀	5,40	4,66	4,58	5,40	4,74	4,58	4,48	4,48	4,66
k ₁	4,60	4,40	4,58	4,00	4,66	4,66	3,80	4,14	4,66
k ₂	4,20	4,74	4,84	4,20	4,14	4,48	4,60	4,58	4,92
26/11									
k ₀	3,74	4,66	4,36	3,84	4,74	4,74	4,58	4,36	4,32
k ₁	3,26	4,32	4,38	3,84	4,66	4,22	3,72	4,06	4,38
k ₂	3,66	4,66	4,32	3,54	4,02	4,22	3,80	4,48	4,66
26/12									
k ₀	4,46	4,82	4,82	4,36	5,60	4,94	4,66	5,60	4,32
k ₁	4,04	4,82	4,62	4,46	4,68	4,66	4,06	3,88	4,58
k ₂	4,28	4,86	4,78	4,00	4,50	4,66	4,14	4,58	4,92
1958									
21/1									
k ₀	3,64	4,46	4,36	3,80	4,56	4,88	4,32	4,18	4,28
k ₁	3,64	3,92	3,92	3,64	4,52	4,20	3,38	3,38	4,18
k ₂	3,56	4,42	4,92	3,56	3,80	4,32	3,52	3,64	4,36
27/5									
k ₀	3,62	4,52	3,80	3,62	4,58	4,58	4,78	4,40	4,50
k ₁	4,06	4,02	3,88	3,72	4,44	4,74	3,88	3,94	4,32
k ₂	3,92	4,32	4,06	3,54	3,80	4,40	3,98	3,98	4,82

QUADRO 5. — Concentração de magnésio (Mg) nas folhas, por cento de matéria seca. Folhas colhidas no ciclo vegetativo da primavera com 3, 4, 5, 6 e 10 meses de idade

	n ₀			n ₁			n ₂		
	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂	p ₀	p ₁	p ₂
1957									
25/10									
k ₀	0,25	0,30	0,31	0,27	0,32	0,31	0,35	0,30	0,31
k ₁	0,24	0,27	0,26	0,30	0,32	0,26	0,20	0,27	0,28
k ₂	0,26	0,30	0,27	0,31	0,27	0,25	0,25	0,28	0,25
26/11									
k ₀	0,21	0,27	0,26	0,28	0,31	0,27	0,30	0,30	0,24
k ₁	0,17	0,22	0,19	0,26	0,28	0,22	0,19	0,26	0,22
k ₂	0,21	0,22	0,19	0,24	0,23	0,22	0,23	0,24	0,20
26/12									
k ₀	0,25	0,28	0,28	0,34	0,33	0,30	0,29	0,33	0,24
k ₁	0,17	0,24	0,26	0,31	0,34	0,20	0,23	0,22	0,20
k ₂	0,26	0,29	0,25	0,28	0,24	0,22	0,21	0,25	0,20
1958									
21/1									
k ₀	0,14	0,20	0,20	0,23	0,26	0,20	0,25	0,26	0,21
k ₁	0,14	0,15	0,15	0,21	0,20	0,18	0,13	0,21	0,17
k ₂	0,16	0,19	0,18	0,20	0,16	0,17	0,19	0,19	0,18
27/5									
k ₀	0,11	0,17	0,14	0,15	0,19	0,15	0,24	0,25	0,16
k ₁	0,10	0,13	0,09	0,12	0,14	0,12	0,14	0,20	0,13
k ₂	0,11	0,11	0,10	0,14	0,13	0,16	0,14	0,20	0,12

tidos para uma dose de aplicação de adubo variaram entre 19,1 e 21,7 %. Não houve diferença sensível entre uma e duas doses do fertilizante. A adubação azotada provocou um decréscimo geral do teor de K nas folhas; as diferenças encontradas foram significativas para os meses de janeiro e maio. Os efeitos depressivos nessas datas foram de 11,5 e 16,9 %, respectivamente. A aplicação de uma dose de fósforo ao solo determinou um decréscimo significativo no nível de potássio nas folhas, o que em geral foi menos acentuado em relação à dose dupla. Quanto ao efeito do fósforo é possível, conforme assinalam Jones e Parker (9), que a redução da porcentagem de K seja motivada pelo cálcio que o superfosfato aporta ao solo, dado o antagonismo entre êsses catíons. Embleton e colaboradores (3), por outro lado, obtiveram uma redução acentuada no teor de K nas folhas de citros com aplicações de ácido fosfórico líquido no solo. A tendência de decréscimo do teor de potássio nas folhas, motivada pela aplicação de nitrogênio, já foi constatada, em certas condições, para a cultura de pêssego, por Havis e Gilkeson (5).

Efeitos sobre o teor de cálcio. Dos elementos incluídos na adubação, o potássio provocou uma redução do nível de cálcio nas folhas. Uma relação negativa significativa foi obtida nos meses de outubro e janeiro; nos demais meses o efeito negativo da adubação potássica sobre a absorção de cálcio, apenas se manifestou. O superfosfato aplicado ao solo determinou um aumento sensível de cálcio nas folhas. A relação linear significativa só não foi obtida no mês de outubro. Nos meses de novembro e dezembro, o aumento obtido limitou-se à primeira dose. Os acréscimos na concentração de cálcio devidos ao superfosfato aplicado variaram de 10,6 a 17,4 %. O efeito da adubação nitrogenada foi irregular e não significativo.

Efeitos sobre o teor de magnésio. A adubação potássica provocou uma variação sensível na concentração de magnésio das folhas. Esse efeito foi negativo e significativo para todos os meses, com exceção de outubro, e obtido em relação à primeira dose. A redução no nível de magnésio foi da ordem de 20,1 a 29,7 %. O nitrogênio aplicado ao solo provocou aumento no teor de magnésio e foram obtidas relações positivas e significativas para a maioria das datas. Em dezembro o aumento obtido referiu-se à primeira dose. Os efeitos da adubação fosfatada não foram concordantes.

3. 3 — CORRELAÇÃO ENTRE OS NUTRIENTES

No quadro 6 são apresentados os coeficientes de correlação entre a concentração dos elementos nutritivos nas folhas, obtidos com os dados de 27 tratamentos diferentes. Os resultados dizem respeito às amostras colhidas em janeiro de 1958. Para a maioria das datas, entretanto, o sentido de variação do teor de alguns nutrientes nas folhas em relação aos outros pode ser constatado pelo que deixam transparecer a tendência das curvas de concentração e os dados parciais da análise da variância.

QUADRO 6. — Coeficientes de correlação entre os teores dos nutrientes nas folhas de laranja baianinha, colhidas em janeiro de 1958 (27 tratamentos)

	P	K	Ca	Mg
Nitrogênio	- 0,3964*	+ 0,0881	- 0,5936**	+ 0,1053
Fósforo		- 0,1590	+ 0,3630	+ 0,2192
Potássio			- 0,5600**	- 0,8291**
Cálcio				+ 0,3519

* Significativo a 0,05; $r = 0,3809$

** Significativo a 0,01; $r = 0,4869$

Conforme mostram os dados do quadro 6, houve uma correlação negativa entre o teor de nitrogênio na matéria seca das folhas e os teores de fósforo e de cálcio. Os coeficientes de correlação foram significativos em ambos os casos. O aumento da concentração de fósforo está ligado (não significativamente) a um aumento dos níveis de cálcio e de magnésio e a uma redução do nível de potássio. A correlação entre o fósforo e o cálcio mostrou-se, entretanto, significativa ($r = + 0,6943$; $p < 0,05$ e $r = + 0,8076$; $p < 0,01$) quando os tratamentos foram agrupados segundo os valores de np (média de 3 doses de potássio) e pk (média de 3 doses de nitrogênio), respectivamente. A concentração de potássio mostrou-se negativamente correlacionada com os teores de cálcio e de magnésio nas folhas e os coeficientes de correlação obtidos foram altamente significativos. Este fato reflete o equilíbrio catiônico que prevalece no tecido da planta. Pelos dados dos efeitos da adubação, já assinalados, e conforme indicam os coeficientes de correlação, a absorção do íon potássio e seu acúmulo nas folhas estão inversamente relacionados com a absorção e acúmulo dos íons cálcio e magnésio.

4 — CONCLUSÕES

Pelos resultados do presente trabalho, as seguintes conclusões podem ser tiradas.

a) A idade das folhas foi o fator mais influente na variação da composição inorgânica em seus principais constituintes. As concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas produzidas no ciclo vegetativo da primavera tendem a decrescer com a idade das mesmas. O nível de magnésio decresceu durante quase todo o ciclo, para crescer nas folhas velhas nos meses em que tem início o novo crescimento vegetativo. Constituiu exceção o cálcio, cujo teor cresceu rapidamente nas folhas novas, não apresentando o mesmo sentido de variação dos outros elementos.

b) A análise foliar acompanhou bem de perto as variações de fertilidade do solo, determinadas pela adubação química. Os níveis de N e P nas folhas cresceram linearmente com a dose de fertilizante aplicada. O aumento do teor de K na matéria seca das folhas, propiciado pela adubação potássica, foi evidente, limitando-se esse efeito a uma dose do adubo.

c) A adubação nitrogenada mostrou tendência geral para reduzir a porcentagem de potássio nas folhas, e a de fósforo nos meses de concentração máxima (folhas de três a seis meses de idade). Houve um aumento do nível de magnésio nas folhas, motivado pela adubação nitrogenada.

d) O efeito da adubação fosfatada se manifestou por uma depressão do nível de N nas folhas e de modo geral determinou um decréscimo da concentração de potássio. O superfosfato aplicado ao solo se fez sentir de forma nítida no aumento de cálcio nas folhas.

e) A adubação potássica provocou um efeito negativo sobre a absorção de Ca e de Mg. Essa redução foi sensível na concentração de magnésio das folhas e obtida em relação à primeira dose do adubo.

f) As seguintes correlações negativas entre os teores dos constituintes minerais nas folhas foram encontradas como sendo significativas: 1) nitrogênio com fósforo; 2) nitrogênio com cálcio; 3) potássio com cálcio; 4) potássio com magnésio.

g) As folhas, quer com idade entre 3 a 6 meses, ou com cerca de 10 meses, se prestam para a amostragem. Padrões diferentes devem ser estabelecidos para a interpretação dos níveis em ambas as épocas. As primeiras, entretanto, são de fácil reconhecimento quanto à idade, quando referidas aos frutos verdes nos ramos produzidos no ciclo da primavera.

INORGANIC COMPOSITION OF BAIANINHA ORANGE LEAVES AS REFERRED TO SAMPLING DATES AND FERTILIZER PRACTICES

SUMMARY

The results reported herein represent the first step in diagnosing the nutrient status of citrus trees by means of foliar analysis, for the average conditions of the State of São Paulo. A study was made concerning the seasonal variation in nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium levels of spring-cycle Baianinha orange leaves. The trees were budded on sweet orange rootstock (*Citrus sinensis* Osbeck) in a factorial fertilizer experiment started in 1947.

The mineral composition changed with the age of leaves. Generally the N, P, K, and Mg contents decreased, while Ca increased fast in the young leaves and remained without great variation until the end of the cycle. Leaves 3 to 6 and 10 months old are suitable for sampling if referred to respective standards.

Nitrogen and phosphorus levels in leaves increased linearly with fertilizer application, while potassium increases were due only to a single dose. Application of fertilizer containing nitrogen shows a tendency to reduce the levels of P and K, and to increase Mg in the leaves. The simple superphosphate applied decreased the levels of N and K, and increased Ca in the leaves. There was a decline in Ca and Mg contents of leaves with potassium fertilizer application.

The following negative correlations between leaf nutrients were found to be significant: 1) nitrogen and phosphorus; 2) nitrogen and calcium; 3) potassium and calcium; 4) potassium and magnesium.

LITERATURA CITADA

1. CAMERON, S. H., MUELLER, R. T., WALLACE, A. & SARTORI, E. Influence of age of leaf, season of growth, and fruit production on the size and inorganic composition of Valencia orange leaves. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 60:42-50. 1952.
2. CHAPMAN, H. D. & BROWN, S. M. Analysis of orange leaves for diagnosing nutrient status with reference to potassium. Hilgardia 19:501-540. 1950.
3. EMBLETON, T. W., KIRKPATRICK, J. D. & PARKER, E. R. Visible response of phosphatic fertilizers, and seasonal changes in mineral constituents of leaves. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 60:55-64. 1952.
4. HARDY, F., McDONALD, J. A. & RODRIGUEZ, G. Leaf analysis as a means of diagnosing nutrient requirements of tropical orchard crops. J. agric. Sci. 25:610-627. 1935.
5. HAVIS, L. & GILKESON, A. L. Interrelationships of nitrogen and potassium fertilization and pruning practice in mature peach trees. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 57:24-30. 1951.

6. HERSCHBERG, L. [H.]. Leaf composition in relation to nitrogen and phosphorus requirements of citrus trees, in Israel. *Analyse des plantes et problèmes des engrais minéraux*. 1954. 12 p. [Separata]
7. ———. Soil and leaf analyses as indicators of fertilizer requirements in Shamouti orange groves. *Ktavim* 1:25-26, 111-136. 1950. [Separata]
8. JONES, W. W. & PARKER, E. R. Seasonal trends in mineral composition of Valencia orange leaves. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 57:101-103. 1951.
9. ———. Seasonal variations in mineral composition of orange leaves as influenced by fertilizer practices. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 55:92-100. 1950.
10. ———. Application of urea to foliage of orange trees. *Calif. Citrog.* 34:463. 1949.
11. LOTT, W. L., NERY, J. P., GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto agrônomo, 1956. 29 p. (Boletim n.º 79)
12. PARKER, E. R. & JONES, W. W. Orange fruit sizes in relation to potassium fertilization in a long-term experiment in California. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 55:101-113. 1950.
13. SMITH, P. F. & REUTHER, W. Seasonal changes in Valencia orange trees. I. Changes in leaf dry weight, ash, and macronutrient elements. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 55:61-72. 1950.