

ESTUDO COMPARATIVO DAS RELAÇÕES ENTRE OS NUTRIENTES DOSADOS EM FOLHAS DE CAFÉ, CITROS E MILHO (1). VIOLETA NAGAI, TOSHIO IGUE e RÚTER HIROCE (2). O processo de regressão e correlação simples e múltipla, medindo o grau de relação entre as variáveis, é de grande aplicação no estudo dos problemas de nutrição mineral.

Os teores dos nutrientes dosados na folha através de análise química foliar não revelam por si só o estado nutricional adequado de uma planta, sendo também de importância a relação de equilíbrio em que se encontram.

Com base nos teores dos nutrientes determinados nas folhas de milho, citros e café, procurou-se estabelecer, através de um estudo de regressão e correlação múltipla, os diferentes tipos de relação entre os nutrientes nessas culturas.

Material e métodos — Os dados de análises químicas foliares, utilizados para os cálculos estatísticos, foram cedidos pela Seção de Química Analítica, Instituto Agronômico de Campinas.

Em citros, as amostras foram coletadas de um ensaio de adubação com NPK, fatorial 3³, de laranjeira-baianinha (*Citrus sinensis* Osbeck) enxertada sobre cavalos de laranjeira-caipira, instalados na Estação Experimental de Limeira, latossolo roxo.

As folhas amostradas anualmente entre o período de 1958 e 1971, à exceção de 1965, após devidamente preparadas, foram submetidas à determinação de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

As médias dos teores são representativas dos treze anos, e o estudo de regressão foi feito tomando os 27 tratamentos, sendo cada macronutriente estudado em função dos demais.

Em milho, para os cálculos dos teores médios e da regressão e correlação múltipla, foram utilizados os dados relativos às dosagens dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, obtidos em folhas colhidas de quinze ensaios do tipo BOX, no período 1962-1964, sendo seis ensaios em latossolo roxo, seis em podzólico vermelho-amarelo, orto, e três em podzolizado de Lins e Marília. Além desses, foram utilizados dados de macronutrientes, exceto enxofre, e de micronutrientes — boro, cobre, ferro, manganês e zinco — dosados nas amostras de três ensaios de adubação NPK, fatorial 2⁵, instalados anualmente a partir de 1963-1964 até 1966-1967, em latossolo vermelho-escuro, orto.

(1) Recebida para publicação em 8 de maio de 1975.

(2) Com bolsas de suplementação do C.N.Pq.

As análises químicas foliares foram feitas segundo os métodos estabelecidos por Lott e outros (3).

As médias dos teores dos nutrientes dosados, das amostras colhidas em latossolo vermelho-escuro, orto, foram separadas em função da presença ou ausência de chuva no período da coleta, pois os teores de boro e ferro nas folhas apresentaram-se mais elevados quando o solo do ensaio recebeu chuva na época de amostragem.

As análises de regressão múltipla foram feitas considerando os 36 tratamentos do ensaio BOX e os 32 do fatorial 2⁵, tendo-se estudado cada nutriente em função dos demais.

Em café, o estudo de regressão e correlação múltipla entre nutrientes dosados nas folhas já foi efetuado anteriormente por Nagai e outros (4), tendo sido incluídos neste trabalho alguns resultados, para efeito de comparação.

Foram estimados os parâmetros das equações de regressão simples e múltipla e os coeficientes de correlação simples e parcial, pelo método dos quadrados mínimos, utilizando o processo matricial.

Os testes empregados foram os de *F* e de *t*, respectivamente para a análise da variância da regressão e para os coeficientes de regressão e de correlação, nos limites de 5% e 1% de probabilidade (5).

Os cálculos foram feitos no computador IBM 1130, da Universidade Estadual de Campinas.

Resultados e discussão — a) *Teores médios dos nutrientes* — No quadro 1 observa-se que, nas três culturas, as concentrações de nitrogênio, potássio e magnésio foram semelhantes; e, entretanto, em relação ao cálcio, os maiores teores foram encontrados em citros, e depois no cafeeiro; por outro lado, o milho apresentou maiores teores de fósforo que o café.

Quanto aos micronutrientes, os dados apenas permitiram verificar uma tendência de maior concentração de manganês pelo café e de zinco pelo milho, e proporções semelhantes quanto ao cobre, nas duas culturas, nos solos podzólico vermelho-amarelo, orto e podzolizado de Lins e Marília, e, em milho, no latossolo vermelho-escuro, orto.

(3) LOTT, W. L.; NERY, J. P.; GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro, Campinas, Inst. Agron., 1956. 29p. (Bol. 79)

(4) NAGAI, V.; IGUE, T.; HIROCE, R. & ABRAMIDES, E. Relação entre os nutrientes dosados nas folhas de cafeeiro. *Bragantia* 33:CXXXI-CXXXIV, 1974.

(5) STEAL, G. D. & TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw — Hill, 1960. 481p.

QUADRO 1. — Teores médios dos nutrientes contidos em amostras de folhas de citros, milho e café, em diferentes tipos de solos do Estado de São Paulo (*)

TIPO DE SOLO	Cultura	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Latossolo roxo	Citros ...	2,49	0,113	1,34	3,79	0,28	ND	ND	ND	ND	ND
	Milho ...	2,98	0,249	1,94	0,66	0,39	ND	ND	ND	ND	ND
	Café	2,87	0,152	1,62	1,55	0,42	50,3	17,2	210,3	201,6	9,2
Podzólico vermelho-amarelo, orto .	Milho ...	2,71	0,169	2,64	0,50	0,26	ND	ND	ND	ND	ND
	Café	2,57	0,132	2,15	1,03	0,39	40,6	11,2	114,3	220,0	11,5
Podzólico de Lins e Marília	Milho ...	2,94	0,298	2,33	0,36	0,20	ND	ND	ND	ND	ND
	Café	2,76	0,161	2,32	1,24	0,38	52,6	13,3	85,3	295,0	11,0
Latossolo vermelho-escuro, orto ...	Milho SU	3,34	0,192	2,40	0,61	0,48	89,7	13,9	886,5	65,0	21,0
	SS	2,92	0,202	1,79	0,56	0,36	24,0	10,7	235,9	50,0	20,0

(*) SU — solo úmido; SS — solo seco; ND — não determinado.

Os teores de boro e ferro sofreram influência não apenas do tipo de solo, como também das condições climáticas nas épocas de amostragem, apresentando-se mais elevados nas folhas quando o solo do ensaio estava excessivamente úmido, 1964-1965.

b) *Relação entre os nutrientes* — No quadro 2 encontram-se os coeficientes de correlação parcial significativos entre os macronutrientes e entre os macro e micronutrientes, sobre os quais é feita a discussão. Nas culturas de milho e café, a concentração de nitrogênio nas folhas esteve diretamente ligada aos teores de fósforo. Em citros não foi observada essa relação de sinergismo.

O potássio influenciou diretamente sobre a concentração do fósforo, nas três culturas. Chapman e Vanselow ⁽⁶⁾, citados em *La nutrición mineral de los agrrios*, haviam observado que as variações dos teores de fósforo, nas folhas de citros, tinham correspondência direta com os níveis de cálcio e inversa com os de nitrogênio e potássio, não sendo observado esse antagonismo fósforo/potássio, no presente trabalho. Nas três culturas, as correlações do fósforo com o potássio foram positivas.

As relações entre o fósforo e o cálcio passaram de antagônicas, nas culturas de milho e café, a sinérgicas, na cultura de citros.

Foram pouco freqüentes as correlações significativas entre o fósforo e o magnésio. As observadas em milho foram positivas, no latossolo roxo e no podzolizado de Lins e Marília, e negativas no podzólico vermelho, orto e latossolo vermelho-escuro, orto. Segundo Malavolta e outros ⁽⁷⁾, em milho, o magnésio parece ajudar a absorção e a utilização do fósforo; entretanto essa observação foi verificada apenas em latossolo roxo e podzolizado de Lins e Marília, no presente trabalho.

O antagonismo potássio/magnésio foi observado nas três culturas, sendo mais acentuado no latossolo roxo. Com o cálcio, o magnésio correlacionou positivamente, tanto na cultura de citros quanto nas de milho e café.

Quanto aos micronutrientes, o zinco, que na cultura do café não havia correlacionado significativamente com nenhum outro nutriente, em milho esteve associado positivamente ao nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio.

O boro apresentou-se correlacionado positivamente com o cálcio, na cultura do milho, em latossolo vermelho-escuro, orto, como se

(6) INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA POTASSA. *Nutrición mineral de los agrrios*. Madrid, 1958. 59p.

(7) MALAVOLTA, E. & GARGANTINI, H. *Nutrición mineral e adubação*. In: *Cultura e adubação do milho*. São Paulo, Inst. bras. Potassa, 1966. p. 381-428.

esperava, pois o boro está ligado ao metabolismo do cálcio, segundo Malavolta e outros (8). SEÇÃO DE TÉCNICA EXPERIMENTAL E CÁLCULO E SEÇÃO DE QUÍMICA ANALÍTICA, INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

COMPARATIVE STUDIES OF THE RELATIONS AMONG ELEMENTS IN
LEAVES OF COFFEE, CITRUS, AND CORN PLANTS

SUMMARY

From the analysis of leaves of coffee, citrus, and corn plants, comparative studies were made in order to establish relations among several elements.

The leaf samples for the chemical analysis were collected from plants grown on four types of soils, as described below.

- 1 — Latosolic B
- 2 — Ortho-Red Yellow Podzolic soils
- 3 — Podzolized Soils on calcareous sandstone of Lins and Marília variation
- 4 — Ortho Dark Red Latosol

Multiple correlation as well as multiple regression were determined, and the relations among the elements are described.

The results confirmed relations already known through simple correlations as the antagonism between K^+ and Ca^{2+} and/or K^+ and Mg^{2+} , the latter being strong in Latosolic B. Moreover, they revealed the existence of other ones.

Calcium and phosphorus showed antagonism in corn and coffee and synergism in citrus leaves. On the other hand, while synergism occurred between N and P in corn and coffee, there was an antagonism in citrus between these elements. Phosphorus correlated positively with K^+ in the three crops studied.

No or few significant correlation coefficients were found for the micronutrients.

(8) MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F. & BRASIL SOBRINHO, M. O. C. Os nutrientes essenciais. In: Nutrição mineral de algumas culturas tropicais. São Paulo, Livraria Pioneira/Ed. da Universidade de São Paulo, 1967. p. 29.