

EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SOLO E NA COMPOSIÇÃO DE FOLHAS DE CAFEEIRO CULTIVADO EM MOCOCA (1). RÚTER HIROCE (2), ONDINO C. BATAGLIA (2), EDMIR SOARES, ÂNGELA MARIA C. FURLANI (2) e FERDINANDO R. PUPO DE MORAES (2). Estudos realizados com matéria orgânica em solos cultivados com cafeeiro mostraram efeitos benéficos nas características físicas do solo, como a temperatura (6), e a umidade (5), e proporcionaram aumentos nas concentrações de fósforo das folhas, (10, 13, 17). A aplicação de matéria orgânica no solo provoca redução da concentração de manganês das folhas, comparada com o tratamento sem adubo (13) ou com a adubação mineral (10).

O presente trabalho visou conhecer os efeitos residuais da adubação mineral e os da adubação orgânica, na composição química do solo e das folhas de cafeeiro.

Material e métodos: Utilizou-se material pertencente ao ensaio "Modo de Aplicação de Fertilizantes", instalado pela Seção de Café, em 1960, em solo podzólico vermelho-amarelo, Orto, da Estação Experimental de Mococa, do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo.

Esse ensaio é constituído dos seguintes tratamentos: NPK, NPK, NPK, ENPK, ENPK, ENPK, ENPK, ENPK, ENPK, ENPK, E, E e T, onde N representa o adubo mineral nitrogenado; P, o fosfatado; K, o potássio, E, o esterco de curral e T, testemunha sem nenhum adubo. Os símbolos em grifo significam que o adubo foi aplicado enterrado, em forma de "meia-lua", junto à "saia" do cafeeiro, na profundidade aproximada de 15 cm.

Até dois anos antes da coleta do material, isto é, até 1971, foram empregadas as seguintes doses: 200 g de N e de K₂O e 90 g de P₂O₅ por cova anualmente, nos tratamentos exclusivamente com adubo mineral, e na metade dessas doses, quando aplicadas junto com o esterco de curral.

O nitrogênio foi fornecido alternadamente através do sulfato de amônio e do Nitrocálcio, em quatro parcelamentos anuais durante

(1) Trabalho apresentado na 28.^a Reunião Anual da SBPC, realizada em Brasília, DF, no período de 7 a 14 de julho de 1976. Recebido para publicação em 19 de agosto de 1976.

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

(3) ABRUÑA, F. & VICENTE-CHANDLER, J. Effects of six sources of nitrogen on yields, soil acidity, and leaf composition of coffee. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 47(1):41-46, 1963.

(4) BATAGLIA, O. C. & GALLO, J. R. Determinação de cálcio e de magnésio em plantas por fotometria de chama de absorção. *Bragantia* 31:59-74, 1972.

(5) BRASIL SOBR.^o, M. de O. C. & MELLO, F. A. F. de. Influência da cobertura morta sobre a umidade de um solo cultivado com cafeeiro. *An. Esc. Agric. Queiroz* 17:239-243, 1960.

(6) CERVellini, A. & SALATI, E. Influência da cobertura morta sobre a temperatura do solo. In *Anais do Sétimo Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 1959. p.19 (Resumo)

a estação chuvosa; o fósforo, através do superfosfato simples, e o potássio, através do cloreto de potássio, ambos de uma só vez.

O esterco de curral, com uma composição aproximada de 0,60% de N, 0,15% de P_2O_5 , 0,45% de K_2O e de 20,0% de água, foi aplicado na dose de 40 kg por planta, quando exclusivamente, e na metade dessa dose, quando aplicado junto com o adubo mineral.

Nesse ensaio foi utilizado o cultivar mundo novo, com espaçamento de 3,00 m x 2,00 m, e quatro covas constituíram uma parcela útil de cada tratamento.

O material, solo e folhas, foi coletado simultaneamente em fevereiro de 1973. As amostras de solos retiradas na profundidade de 20 cm, cerca de 10 cm para o interior do limite de projeção da "saia" do cafeeiro, foram compostas por 16 subamostras por parcela.

Nessas amostras foram determinados pH, C, PO_4^{3-} , K^+ e Al^{3+} , pelo Setor de Análise de Terra, e Ca^{2+} e Mg^{2+} , pela Seção de Química Analítica, Instituto Agrônomo.

As amostras de folhas foram representadas pelo 3.^o par, com base na técnica adotada por Lott e outros (12), em número de quatro pares por planta, totalizando 16 pares por parcela. O preparo das folhas e as determinações dos teores totais de N, P e B foram efetuados segundo Lott e outros (11, 12); Ca e Mg, Bataglia e Gallo (4); Cu, Fe, Mn e Zn, Gallo e outros (9); K, Na e Al Perkin-Elmer (10), por espectrofotometria de chama de absorção atômica; cloro, por titulação coulométrica, Furlani e Gallo (8).

Resultados e discussão: Pelo quadro 1, observa-se que os solos dos tratamentos que receberam adubação mineral apresentaram maior acidez (pH mais baixo e presença de alumínio livre no solo) e teores mais baixos de cálcio e de magnésio do que os que receberam estercos de curral ou nenhuma adubação. A acidificação do solo pela aplicação continuada de sulfato de amônio já foi relatada por Abruña

(7) ESPINOSA, F. M. Efecto de diferentes fuentes de nitrógeno en la producción y composición foliar de cafetos jóvenes en un suelo Latosol arcillo-rojizo. In Resúmenes de los Trabajos Científicos de la VII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, Maracay, Venezuela, 1967, p.50.

(8) FURLANI, A. M. C. & GALLO, J. R. Determinação coulométrica de cloreto em plantas, fazendo uso de um cloridômetro de leitura direta. Cienc. e Cult. 24:(3):250-253, 1972.

(9) GALLO, J. C.; BATAGLIA, O. C. & MIGUEL, P. T. N. A determinação de cobre, ferro, manganês e zinco num mesmo extrato de planta, por fotometria de chama de absorção. Bragantia 30:65-77, 1971.

(10) HIROCE, R. Composição mineral das folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* 'Mundo Novo') com referência à época e à adubação. Tese de doutoramento apresentada à Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", 1972. 76p.

(11) LOTT, W. L.; McCLUNG, A. C.; VITA, R. & GALLO, J. R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Research Institute, 1961. 69p. (Bol. 26)

(12) ————; NERY, J. P.; GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agrônomo, 1956. 29p. (Bol. 79)

QUADRO 1. -- Efeitos de diversos tratamentos na composição química do solo cultivado com café

TRATAMENTO (1)	ANÁLISE DO SOLO (2)						
	pH	C	PO ₄ ³⁻	K +	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
N P K	4,95	1,50	0,75	0,24	1,27 a	0,24 a	1,50
E N P K	5,17	1,50	0,44	0,22	1,83 b	0,37 b	1,10
E N P K	5,15	1,60	0,54	0,22	1,71 b	0,36 b	1,30
T	5,88	1,20	0,03	0,17	2,69 p	0,58 l	traços
E	6,22	1,80	0,13	0,28	4,30 q	1,26 m	traços
E	5,91	1,60	0,22	0,28	3,41 pq	0,79 l	traços
ADUBO MINERAL							
com	5,09 a	1,50	0,57	0,22	1,60 g	0,32 s	1,30
sem	6,01 b	1,50	0,12	0,24	3,46 h	0,88 t	traços
P	5,06	1,50	0,41 a	0,23	1,67	0,34	1,30
P	5,13	1,50	0,73 b	0,22	1,53	0,31	1,25
K	5,07	1,50	0,50 s	0,24	1,57	0,30	1,30
K	5,12	1,50	0,65 t	0,21	1,63	0,35	1,25
CV - CV	4,6	11,2	47,9	23,4	21,6	22,2	---

(1) E = Esterco de curral, T = testemunha sem adubo, símbolo em grifo significa que o adubo foi aplicado enterrado.

(2) Letras iguais ou ausência de letras entre as médias expressam diferenças não significativas e as diferentes, diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%; para o contraste com e sem adubo mineral utilizou-se o teste de Scheffé a 5%.

e Vicente-Chandler ⁽³⁾, Espinosa ⁽⁷⁾, Moraes e outros ⁽¹⁵⁾ e Moraes ⁽¹⁴⁾.

Observa-se ainda pelo quadro 1 que os teores de cálcio e magnésio trocáveis do solo foram mais elevados quando o esterco de curral foi aplicado em cobertura, em concordância com o pH mais elevado. Os teores de fósforo do solo apresentaram grande variação dentro de um mesmo tratamento ($CV = 47,9\%$) e houve apenas diferença entre o adubo fosfatado ou o potássico aplicado em cobertura e o aplicado enterrado.

No quadro 2 observa-se que nos tratamentos com esterco de curral o teor de nitrogênio nas folhas foi mais elevado do que na testemunha, mostrando os seus efeitos residuais, como fornecedor do nutriente. Contudo, os mais elevados teores de nitrogênio situaram-se abaixo do nível limiar de 3,00% estabelecido por Lott e outros ⁽¹¹⁾, indicando a insuficiência desse macronutriente como consequência de sua omissão há dois anos. Entretanto, os teores dos demais macronutrientes referentes ao tratamento, testemunha se acham em geral acima dos seus respectivos níveis limiares estabelecidos por Lott e outros ⁽¹¹⁾, o que é indicativo de que este tipo de solo possui reservas desses nutrientes suficientes para um longo período de cultivo.

Nos tratamentos sem adubo mineral os teores de magnésio estiveram mais elevados do que nos tratamentos com adubo mineral, em antagonismo com os teores de potássio.

No quadro 3 observa-se que os teores de manganês foram mais elevados nos tratamentos com adubação mineral exclusiva, havendo um decréscimo na concentração quando se lhe adicionou a adubação orgânica. Os teores de manganês das folhas refletiram estreitamente a acidez do solo ($r = -0,92^{**}$) confirmando trabalhos anteriores, de Abruña e Vicente-Chandler ⁽³⁾, Espinosa ⁽⁷⁾, e Moraes ⁽¹⁴⁾; os teores de alumínio das folhas refletiram menos estreitamente essa acidez ($r = -0,66^{**}$).

⁽¹³⁾ MEDCALF, J. C. Estudos preliminares sobre a aplicação de cobertura morta em cafeeiros novos do Brasil. São Paulo, IBEC Research Institute, 1956. 58p. (Bol. 12)

⁽¹⁴⁾ MORAES, F. R. P. de. Efeito de alguns fertilizantes nitrogenados sobre o pH do solo e a concentração de alumínio e manganês nas folhas de cafeeiros. In Resumos do 2.º Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Caféieras, 1974. p.279-280.

⁽¹⁵⁾ ———; LAZZARINI, W.; TOLEDO, S. V. de; CERVELLINI, G. S. & FUJIWARA, M. Fontes e doses de nitrogênio na adubação mineral do cafeeiro. I — Latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto. *Bragantia* 35:63-77, 1976.

⁽¹⁶⁾ PERKIN-ELMER CORPORATION. Revision of analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, Connecticut, 1971.

⁽¹⁷⁾ PIMENTEL GOMES, F.; MORAES, R. S.; COURY, T. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação do cafeeiro. XIV. Efeitos da adubação mineral e orgânica na produção e composição das folhas. *An. Esc. Agric. Queiroz* 22:117-129, 1965.

QUADRO 2. — Efeitos de diversos tratamentos na composição em macronutrientes, das folhas de caféiro

TRATAMENTO (1)	TEOR DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS (2)					
	N	P	K	Ca	Mg	
	%	%	%	%	%	%
N P K	2,47	0,167	2,22 b	1,15	0,32 a	
E N P K	2,53	0,176	2,01 a	1,17	0,38 b	
E N P K	2,60	0,169	2,04 a	1,21	0,38 b	
T	2,22 l	0,159	1,66	0,94	0,40	
E	2,88 m	0,170	1,85	1,09	0,47	
E	2,73 m	0,180	1,90	1,30	0,47	
ADUBO MINERAL						
com	2,53	0,171	2,09	1,18	0,36 a	
sem	2,61	0,170	1,83	1,11	0,45 b	
P	2,55	0,170	2,10	1,16	0,36	
P	2,51	0,171	2,08	1,19	0,36	
K	2,53	0,171	2,12	1,16	0,35 a	
K	2,53	0,170	2,06	1,19	0,37 b	
CV — %	5,9	11,5	8,4	10,1	9,00	

(1) E = Esterco de curral, T = testemunha sem adubo, símbolo em grifo significa que o adubo foi aplicado enterrado.

(2) Letras iguais ou ausência de letras entre as médias expressam diferenças não significativas e as diferentes, diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%; para o contraste com e sem adubo mineral utilizou-se o teste de Scheffé a 5%.

QUADRO 3. — Efeitos de diversos tratamentos na composição em micronutrientes, sódio e alumínio, das folhas de caféiro

TRATAMENTO (1)	ELEMENTO NAS FOLHAS (2)									
	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Zn	Al	Na		
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
N P K	49	1290	20,0 b	168	448 c	12,2	248	128 ab		
E N P K	48	1083	20,4 b	157	265 a	13,0	228	144 b		
E N P K	47	1052	18,1 a	153	351 b	13,0	252	99 a		
T	52	606	14,9	112	69	12,0	131	79		
E	46	636	16,1	143	67	12,9	172	88		
E	45	552	16,3	165	74	13,4	210	146		
ADUBO MINERAL										
com	48	1142	19,5	159	351 b	12,7	242	124		
sem	47	598	15,7	140	70 a	12,8	171	104		
P	47	1136	19,5	161	355	12,8	241	133		
P	49	1147	19,5	158	347	12,6	244	115		
K	50	1193	29,0	150	362	12,8	232	130		
K	46	1090	20,1	169	340	12,7	253	117		
CV — 7	11,6	39,7	10,3	17,1	17,6	5,9	27,2	25,9		

(1) E = Estercos de curral, T = testemunha sem adubo, símbolo em grifo significa que o adubo foi aplicado enterrado.

(2) Letras iguais ou ausência de letras entre as médias expressam diferenças não significativas e as diferentes, diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%; para o contraste com e sem adubo mineral utilizou-se o teste de Scheffé a 5%.

Devido ao elevado coeficiente de variação ($CV = 39,7\%$) não foi estatisticamente significativo o aumento, em cerca de duas vezes do teor de cloro das folhas, provocado pela adubação mineral (cloreto de potássio).

Os resultados de efeitos benéficos do esterco de curral no aumento de produção referente ao período de 1965-69 foram publicados por Hiroce (10).

Conclusões: O efeito residual da adubação mineral continuou provocando acidificação do solo e conseqüentes teores trocáveis de cálcio e de magnésio mais baixos. A acidez do solo esteve mais estreitamente correlacionada com os teores de manganês das folhas do que com os de alumínio. Pela análise química das folhas associada aos seus sintomas visuais, observou-se que entre os macronutrientes somente o nitrogênio esteve carente e os demais nutrientes inclusive os do tratamento testemunha estiveram adequados ou próximos dos adequados, indicativo de que este solo possui reservas de nutrientes para um longo período de cultivo. SEÇÕES DE QUÍMICA ANALÍTICA, FERTILIDADE DO SOLO E DE CAFÉ, INSTITUTO AGRÔNOMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

RESIDUAL EFFECT OF MINERAL FERTILIZATION AND FARM YARD
MANURE ON THE CHEMICAL CHANGE IN COMPOSITION OF LEAVES
AND SOIL ANALYSIS OF COFFEE PLANTED AT MOCOCA

SUMMARY

A study was made in Ortho-Red Yellow Podzolic soil on the residual effect of two years of fertilization with NPK and farm yard manure. The principal object was to observe the effects on the chemical characteristics of the soil and leaves, using coffee 'Mundo Novo'.

The soil analysis showed that those treatments that received mineral fertilization lowered the pH. It also lowered the calcium and magnesium content of the soil when compared with check or with treatments that received farm yard manure. Leaf analysis demonstrated a marked residual effect of farm yard manure as a source of nitrogen. Mineral fertilization, on the other hand, showed a greater residual effect of potassium.

Due to the soil pH reduction by the application of mineral fertilization, there was an increase of manganese and aluminum content of the leaves. The correlation between soil pH and the above mentioned elements showed: $r = 0,92^{**}$ and $r = -0,66^{**}$, respectively.