

MANEJO DA ADUBAÇÃO PARA FORMAÇÃO DE LAVOURAS CAFEIRAS¹

MARCOS A. PAVAN², JÚLIO C.D. CHAVES³ e LUIZ MESQUITA FILHO⁴

RESUMO - Foi conduzido um experimento de campo, no período de 1975 a 1981, visando determinar a necessidade de adubação para formação de uma lavoura cafeeira. Os tratamentos consistiram de: (1) adubação de cova com duas fontes de N (orgânica e mineral, 60 g de N/cova) em combinações com três doses de P (0, 40 e 80 g de P₂O₅/cova) e K (0, 30 e 60 g de K₂O/cova) e (2) adubação em cobertura com três doses de fertilizantes minerais contendo NPK aplicados durante os primeiros cinco anos de formação da lavoura. Após quatro colheitas consecutivas, não houve diferenças significativas entre os tratamentos que receberam as duas fontes de N (orgânica e mineral) aplicadas na cova. A produção foi mais baixa na ausência de P na adubação da cova, independentemente de presença de P na adubação de cobertura. Aplicação de K na cova não influenciou a produção, mas este elemento foi necessário na adubação anual de cobertura. A produção aumentou em função das doses crescentes de NPK em cobertura. As produções máximas foram obtidas nas parcelas que continham teores superiores a 1 meq de Ca/100 g, 0,20 meq de Mg/100 g, 0,30 meq de K/100 g e 10 ppm de P. Aumentos nas concentrações de nutrientes das folhas de 3% a 3,9% de N, de 1,8% a 2,8% de K e de 0,10% a 0,18% de P foram associados com as máximas produções de café.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, nutrição da planta, adubação orgânica, adubação mineral, adubação para plantio, adubação básica, diagnose foliar.

FERTILIZATION MANAGEMENT FOR COFFEE ESTABLISHMENT

ABSTRACT - A field experiment was conducted for the period 1975 to 1981 for assessing fertilizer requirements for coffee establishment. Experimental treatments consisted of: (1) basic fertilization in the planting holes with two sources of N (organic manure and urea at the rate of 60 g of N/hole) in combination with three K rates (0,30 and 60 g of K₂O/hole) and three P rates (0,40 and 80 g of P₂O₅/hole) and (2) three sidedress NPK rates applied annually during the first five years after planting data. After four harvestings no significant yield difference between N sources (organic and mineral) was observed. Yields decreased when P was not added in the hole fertilization before planting, regardless the annual sidedress fertilization treatment. K applied in the hole before planting had no influence on yield but it increased yield when broadcast annually after planting. Yield increased with each increase in applied sidedress NPK fertilizers. Maximum yield was obtained on plots which contained at least 1 meq of Ca/100 g, 0,20 meq of Mg/100 g, 0,30 meq of K/100 g and 10 mg of P/kg. Increases in leaf N from 3% to 3.9%, leaf K from 1.8% to 2.8% and leaf P from 0.10% to 0.18% by soil application of NPK fertilizers increased yields.

Index terms: *Coffea arabica*, plant nutrition, organic fertilization, mineral fertilization, basic fertilization, foliar diagnose

INTRODUÇÃO

Grande número de trabalhos científicos tem demonstrado que a produção das plantas cultivadas está correlacionada com a fertilidade do solo e o nível de nutrientes nos tecidos. Entretanto, a ob-

tenção desta correlação não é simples, porque inúmeros fatores ambientais podem influir no suprimento dos elementos químicos.

Com relação ao cafeeiro, os trabalhos têm demonstrado que aplicações de fertilizantes no solo contribuem significativamente para o aumento da produção (Machado 1958, Malavolta et al. 1958, Lazzarini et al. 1967, Begazo 1970, Malavolta 1970).

Antes do início do desenvolvimento dos fertilizantes químicos, os materiais orgânicos, principalmente os esterços de curral e galinha e compostos eram utilizados freqüentemente em lavouras cafeeiras. Nas duas últimas décadas, entretanto, o uso de fertilizantes químicos na cafeicultura tem

¹ Aceito para publicação em 15 de julho de 1985. Trabalho apresentado no XX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Belém, PA, 14 a 21 de julho de 1985.

² Eng. - Agr., Ph.D., Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, CEP 86100 Londrina, PR.

³ Eng. - Agr., M.Sc., IAPAR.

⁴ Eng. - Agr., Companhia Melhoramento Norte do Paraná (CMNP), Caixa Postal 47, CEP 87200 Cianorte, PR.

aumentado gradativamente, diminuindo a importância relativa dos adubos orgânicos. Como os materiais orgânicos podem ser produzidos nas fazendas, os mesmos constituem não só um importante suprimento de nutrientes às plantas, mas também para melhorar as características físicas e biológicas do solo. Em face dos inúmeros problemas encontrados pelos agricultores, as tecnologias disponíveis para ambos os fertilizantes - orgânico e inorgânico - necessitam ser colocados em uso de forma eficiente e equilibrada para o aumento da produtividade agrícola.

O presente estudo apresenta resultados do uso de fertilizantes minerais e orgânicos aplicados na cova antes do plantio em combinação com adubações químicas em cobertura durante os primeiros anos de formação de uma lavoura cafeeira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante um período de aproximadamente seis anos (1975 a 1981), na Fazenda Tuneiras, município de Tuneiras do Oeste, PR (52°51'W 23°49'S), num Latossolo Vermelho-Escuro distrófico textura média. A cultivar Catuaí Vermelho (CH20-77-2-5-81) foi utilizada como indicadora do experimento, tendo sido plantada no espaçamento de 4 m x 1,5 m com duas mudas por cova.

Os tratamentos consistiram de adubação básica, realizada antes do plantio (adubação de cova) e adubações de cobertura durante os primeiros cinco anos de formação da lavoura cafeeira. A descrição completa dos tratamentos é apresentada na Tabela 1.

Nas adubações de cova, especificamente, foram utilizadas duas fontes de nitrogênio (orgânica e mineral), adicionadas em quantidades quimicamente equivalentes a 60 g de N/cova, combinadas com três doses de P (0, 40 e 80 g de P₂O₅/cova e K (0, 30 e 60 g de K₂O/cova). Os fertilizantes minerais aplicados na cova foram: uréia (45% N), superfosfato simples (20% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O). O adubo orgânico utilizado foi o esterco de curral, o qual apresentou a seguinte composição química: 1,68% de N; 0,40% de P; 2% de K; 1,3% de Ca e 0,60% de Mg.

Nas adubações em cobertura, realizadas nos anos subsequentes (1976/77, 1977/78, 1978/79, 1979/80 e 1980/81), as parcelas que receberam tratamentos com adubação básica foram divididas em três subparcelas: (1) as que não receberam fertilizantes em cobertura (C₀) durante o restante do período experimental; (2) as que passaram a receber fertilizantes (N, P e K) em cobertura, na dose C₁; e (3) as que passaram a receber fertilizantes químicos (N, P e K) em cobertura, na dose C₂ (Tabela 1).

TABELA 1. Descrição dos tratamentos utilizados no presente estudo.

N.º de Trat.	Adubação de cova						Adubação de cobertura																			
	Fonte - N*		Doses				1976/77				1977/78				1978/79				1979/80				1980/81			
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0	0	20	20	15	40	40	30	60	60	60	60	45	80	80	60	60	60	60	60	80	60	60	60		
3	0	0	40	40	30	80	80	60	120	120	120	120	90	160	160	120	120	120	120	120	160	120	120	120		
4	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	40	0	20	20	15	40	40	30	60	60	60	60	45	80	80	60	60	60	60	60	80	60	60	60		
6	40	0	40	40	30	80	80	60	120	120	120	120	90	160	160	120	120	120	120	120	160	120	120	120		
7	40	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	40	30	20	20	15	40	40	30	60	60	60	60	45	80	80	60	60	60	60	60	80	60	60	60		
9	40	30	40	40	30	80	80	60	120	120	120	120	90	160	160	120	120	120	120	120	160	120	120	120		
10	40	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	40	60	20	20	15	40	40	30	60	60	60	60	45	80	80	60	60	60	60	60	80	60	60	60		
12	40	60	40	40	30	80	80	60	120	120	120	120	90	160	160	120	120	120	120	120	160	120	120	120		

TABELA 1. Continuação.

N.º de Fonte - N* Trat.	Adubação de cova						Adubação de cobertura							
	1976/77		1977/78		1978/79		1979/80		1980/81					
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
13	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	80	0	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
15	80	0	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
16	80	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	80	30	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
18	80	30	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
19	80	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	80	60	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
21	80	60	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
24	0	0	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
25	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	40	0	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
27	40	0	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
28	40	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	40	30	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
30	40	30	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
31	Mineral	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	40	60	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
33	40	60	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
34	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	80	0	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
36	80	0	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
37	80	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	80	30	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
39	80	30	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120
40	80	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	80	60	20	20	15	40	40	30	60	45	80	60	60	60
42	80	60	40	40	30	80	80	60	120	90	160	120	120	120

* 60 g/cova-N.

As aplicações, em cobertura, de uréia e cloreto de potássio foram parceladas em quatro vezes, no período de outubro a abril, e as de superfosfato simples, em uma única vez, em outubro de cada ano.

Amostras de solo foram coletadas na projeção da "saja" dos cafeeiros (local da adubação em cobertura), no período de agosto a setembro de cada ano, nas profundidades: 0 cm - 20 cm, 20 cm - 40 cm e 40 cm - 60 cm. Os teores de Ca, Mg e Al foram extraídos com uma solução KCl 1M e analisados por espectrofotometria de absorção atômica; os de P e K, extraídos com uma mistura de ácidos sulfúrico e clorídrico; o P foi determinado por colorimetria com azul de molibdênio e o K, por fotometria de chama; o carbono orgânico, pelo método de Walkley-Black, e o pH, em água, na proporção de 1:2,5 (solo:água).

Amostras de folhas foram coletadas anualmente, durante os períodos de florescimento (setembro/outubro), desenvolvimento dos frutos (janeiro/fevereiro) e maturação fisiológica dos frutos (abril/maio), de acordo com a técnica descrita por Lott et al. (1956).

Foram coletados quatro pares de folhas por cova das plantas centrais, totalizando 16 pares de folhas por tratamento. As amostras de folhas foram lavadas em água deionizada, secadas a 70°C, e moídas. Amostras do material vegetal foram digeridas em ácido nítrico e perclórico para análises químicas de Ca, Mg, K, Zn e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica, e P, pelo método colorimétrico com azul de molibdênio. Outro lote de amostras foi preparado para análise de N total, pelo método de Kjeldahl (Jackson 1958).

As avaliações da produção de café foram realizadas nos anos de 1978, 1979, 1980 e 1981. Durante o período de condução do experimento foram realizados tratamentos químicos para o controle da ferrugem do cafeeiro e do bicho-mineiro, de acordo com as recomendações do Instituto Brasileiro do Café (1974).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas assim subdivididas: a parcela composta pelas fontes de nitrogênio aplicadas na cova (orgânico e mineral), subparcelas com as doses de P e K aplicadas na cova, e na subsubparcela, as doses C_0 , C_1 e C_2 dos fertilizantes químicos contendo N, P e K aplicados em cobertura durante os primeiros cinco anos de formação da lavoura cafeeira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades químicas do solo

Os efeitos dos tratamentos em algumas propriedades químicas da camada superficial do solo (0 cm - 20 cm) no início (1975) e no final do experimento (1980) são apresentados na Tabela 2. Os resultados referentes às profundidades 20 cm - 40 cm e 40 cm - 60 cm, com exceção dos efeitos

do superfosfato simples nos teores de Ca no subsolo (Fig. 1), não foram apresentados, por não mostrarem alterações significativas durante o período experimental. Em geral, na ausência de adubação em cobertura (tratamentos 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37 e 40) não houve modificações significativas nos valores de pH do solo. Por outro lado, em todos os tratamentos onde foram aplicados fertilizantes minerais em cobertura houve acentuado aumento na acidez do solo. As doses mais elevadas de NPK aplicadas em cobertura no período de 1976 a 1980 contribuíram para acidificar o pH do solo em, aproximadamente, uma unidade em relação ao pH original. Provavelmente, este efeito foi devido ao fertilizante nitrogenado utilizado. Esses resultados concordam com os obtidos por Hiroce et al. (1977), segundo os quais o sulfato de amônio, a uréia e o nitrocálcio diminuíram o pH do solo após aplicações intensivas em uma lavoura cafeeira.

Os teores de Ca no solo refletiram os efeitos do pH na capacidade de troca de cátions (CTC); a acidificação do solo causou diminuição nos teores de Ca trocáveis, e vice-versa. Os teores mais elevados de Ca no solo foram verificados nos tratamentos sem adubação em cobertura (pH mais elevado), e os teores mais baixos, nos tratamentos com a mais alta dose dos fertilizantes em cobertura (pH mais ácido). Em geral, os teores de Ca nos solos foram ligeiramente superiores nas parcelas com adubação orgânica. Após cinco anos de exploração intensiva do solo pelas plantas, os teores de Ca na camada superficial do solo (0 cm - 20 cm) variaram de 3,8 meq/100 g na ausência de adubação em cobertura, a 0,8 meq/100 g na presença de adubação em cobertura na dose mais elevada de NPK. Na Fig. 1 é demonstrado graficamente o efeito da aplicação do superfosfato simples no aumento dos teores de Ca trocável nas camadas inferiores do solo (40 cm - 60 cm). Provavelmente, este efeito pode ser explicado pela presença de 10% de S como $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ na composição do superfosfato simples (SFS). A formação do par iônico solúvel com carga neutra contribuiu para o movimento vertical do Ca no solo (Pavan et al. 1984). Resultados similares foram anteriormente documentados por Ritchey et al. (1980) em solos sob vegetação de cerrado.

TABELA 2. Efeito dos tratamentos em algumas propriedades químicas da camada superficial do solo (0 cm - 20 cm).

N.º de Trat.	pH(H ₂ O)		Ca meq/100 g		Mg meq/100 g		K meq/100 g		P mg/kg		CO %	
	75	80	75	80	75	80	75	80	75	80	75	80
1	5,5	5,4	4,3	3,8	0,32	0,40	0,21	0,06	12	6	0,65	0,63
2	5,5	4,4	4,3	1,8	0,32	0,30	0,21	0,30	12	30	0,65	0,75
3	5,5	4,2	4,3	1,3	0,32	0,28	0,21	0,40	12	60	0,65	0,70
4	5,4	5,3	3,8	3,8	0,30	0,62	0,20	0,06	15	24	0,40	0,71
5	5,4	4,4	3,8	1,4	0,30	0,40	0,20	0,26	15	80	0,40	0,69
6	5,4	4,4	3,8	1,2	0,30	0,28	0,20	0,30	15	97	0,40	0,78
7	5,4	5,3	3,5	3,0	0,31	0,61	0,19	0,07	12	12	0,40	0,84
8	5,4	4,5	3,5	2,6	0,31	0,30	0,19	0,36	12	80	0,40	0,62
9	5,4	4,4	3,5	2,4	0,31	0,20	0,19	0,42	12	110	0,40	0,77
10	5,2	5,4	3,1	3,3	0,26	0,60	0,27	0,08	20	18	0,30	0,49
11	5,2	4,6	3,1	2,6	0,26	0,60	0,27	0,36	20	41	0,30	0,62
12	5,2	4,4	3,1	2,2	0,26	0,60	0,27	0,40	20	90	0,30	0,77
13	5,5	5,4	3,0	2,7	0,34	0,61	0,27	0,06	12	10	0,60	0,71
14	5,5	4,4	3,0	2,0	0,34	0,40	0,27	0,30	12	40	0,60	0,77
15	5,5	4,1	3,0	1,6	0,34	0,33	0,27	0,36	12	160	0,60	0,85
16	5,2	5,2	2,1	2,2	0,32	0,92	0,18	0,10	18	16	0,40	0,57
17	5,2	4,3	2,1	1,6	0,32	0,44	0,18	0,30	18	40	0,40	0,61
18	5,2	4,2	2,1	1,4	0,32	0,48	0,18	0,35	18	162	0,40	0,67
19	5,3	5,4	3,6	3,6	0,26	0,80	0,21	0,07	8	16	0,28	0,39
20	5,3	4,4	3,6	1,2	0,26	0,50	0,21	0,42	8	39	0,28	0,65
21	5,3	4,2	3,6	1,0	0,26	0,52	0,21	0,48	8	126	0,28	1,05
22	5,3	5,1	3,0	2,6	0,30	0,26	0,26	0,06	15	4	0,40	0,45
23	5,3	4,2	3,0	1,6	0,30	0,22	0,26	0,36	15	30	0,40	0,53
24	5,3	4,0	3,0	1,1	0,30	0,20	0,26	0,40	15	100	0,40	0,97
25	5,3	5,2	2,9	2,7	0,40	0,20	0,24	0,04	13	8	0,32	0,63
26	5,3	4,4	2,9	2,0	0,40	0,23	0,24	0,28	13	60	0,32	0,73
27	5,3	4,2	2,9	1,8	0,40	0,22	0,24	0,36	13	130	0,32	0,85
28	5,1	5,0	3,0	2,8	0,33	0,20	0,30	0,10	26	8	0,40	0,55
29	5,1	4,2	3,0	1,6	0,33	0,21	0,30	0,44	26	40	0,40	0,77
30	5,1	4,1	3,0	1,2	0,33	0,20	0,30	0,52	26	100	0,40	0,81
31	5,5	5,5	3,1	2,8	0,33	0,30	0,22	0,05	18	5	0,56	0,67
32	5,5	4,3	3,1	1,8	0,33	0,20	0,22	0,37	18	30	0,56	0,73
33	5,5	4,1	3,1	1,6	0,33	0,20	0,22	0,40	18	114	0,56	0,75
34	5,4	5,4	2,2	1,9	0,51	0,41	0,25	0,04	23	12	0,60	0,60
35	5,4	4,5	2,2	1,2	0,51	0,20	0,25	0,28	23	56	0,60	0,67
36	5,4	4,0	2,2	0,8	0,51	0,20	0,25	0,32	23	205	0,60	0,79
37	5,2	5,5	2,5	2,8	0,42	0,40	0,17	0,07	18	10	0,38	0,40
38	5,2	4,2	2,5	1,4	0,42	0,22	0,17	0,26	18	71	0,38	0,58
39	5,2	4,3	2,5	1,2	0,42	0,18	0,17	0,35	18	212	0,38	0,62
40	5,4	5,4	2,8	2,8	0,33	0,21	0,21	0,05	14	9	0,36	0,51
41	5,4	4,3	2,8	0,9	0,33	0,20	0,21	0,25	14	82	0,36	0,61
42	5,4	4,2	2,8	0,8	0,33	0,20	0,21	0,31	14	206	0,36	0,79

Nota-se, na Tabela 2, que, na análise de solo realizada em 1980, os teores de Mg foram sempre superiores nas parcelas que receberam adubo orgânico na cova. Em geral, observou-se tendência de

diminuição dos teores de Mg com o aumento nas doses dos fertilizantes químicos aplicados em cobertura. Resultados semelhantes foram relatados por Hiroce et al. (1976).

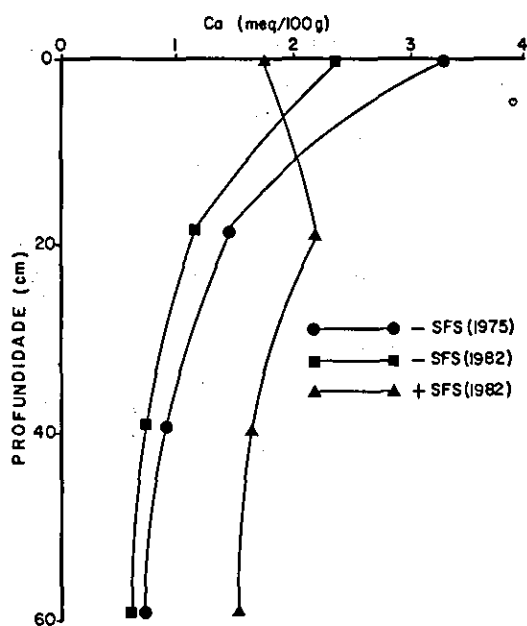


FIG. 1. Efeito da aplicação de superfosfato simples (SFS) nos teores de cálcio do solo.

Como era de esperar, as aplicações de KCl nas adubações de cobertura contribuíram para aumentos nos teores de K no solo. A análise química do solo realizada em 1980 demonstrou que os teores de K no solo diminuíram acentuadamente ($< 0,07$ meq/100 g) nas parcelas que não foram adubadas com KCl em cobertura, independentemente das doses de KCl aplicadas na cova antes do plantio. Este fato evidenciou que 60 g de K_2O aplicados na cova antes do plantio não foram suficientes para manter um suprimento adequado de K durante os primeiros anos de formação das plantas em solo contendo inicialmente valores inferiores a 0,27 meq de K/100 g.

Os teores de P disponíveis no solo também foram altamente influenciados pelos tratamentos. As adubações fosfatadas aplicadas em cobertura proporcionaram aumentos significativos nos teores de P no solo; as mais altas doses de superfosfato simples adicionadas em cobertura causaram aumentos dos teores de P disponíveis na camada superficial do solo (0 cm - 20 cm) superiores a 100 ppm.

Com relação aos teores de carbono orgânico, observou-se que não houve diferenças significativas

entre os tratamentos com adubo orgânico e fertilizantes minerais. Provavelmente, o esterco de curral utilizado continha compostos orgânicos que foram facilmente mineralizados, e não contribuiu, portanto, para um aumento significativo nos teores de matéria orgânica do solo. Deve-se salientar que as amostras de solo foram coletadas em locais distantes da cova de plantio (projeção da "saia" do cafeeiro), e portanto fora do ponto de aplicação do adubo orgânico (cova).

Diagnose foliar

Os dados analíticos referentes às concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Mn e Zn nas folhas dos cafeeiros e que apresentaram diferenças marcantes são apresentados na Tabela 3. Os resultados referem-se à análise de folhas coletadas em janeiro-fevereiro, por representarem o período de maior acúmulo de nutrientes (Lott et al. 1961).

Como era de esperar, as adubações com fertilizantes contendo N sempre proporcionaram aumentos deste elemento nas folhas. Nos tratamentos que receberam adubos contendo N em cobertura, o teor deste elemento nas folhas foi superior a 3,6% em 1981. Em todos os tratamentos que não receberam adubos em cobertura (NPK), o teor de N nas folhas, em 1981, foi inferior ao nível considerado adequado (3%), mesmo nas parcelas onde foram aplicados adubos contendo N na cova (orgânico ou mineral). Esses resultados confirmaram as conclusões apresentadas nos trabalhos de Malavolta et al. (1958), Lazzarini et al. (1967) e Hiroce et al. (1977), relativas à importância do nitrogênio nas adubações em cobertura para atender às exigências nutricionais do cafeeiro.

Os valores de P nas folhas indicaram aumentos nas concentrações com as aplicações de fertilizantes fosfatados em cobertura. Nos tratamentos que não receberam P na cova e em cobertura, o teor de P nas folhas, em 1981, foi inferior ao nível considerado adequado (0,15%).

A concentração de K nas folhas também aumentou com a aplicação de KCl. Todos os tratamentos que não receberam K em cobertura apresentaram teores de K nas folhas sempre inferiores ao nível adequado, independentemente da presença ou ausência de K na adubação de cova. Em geral, teores de K no solo superiores a 0,40 meq/

TABELA 3. Composição química das folhas em janeiro-fevereiro.

Tratamentos/adubações	N (%)		P (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		Mn ppm		Zn ppm	
	78	81	78	81	78	81	78	81	78	81	78	81	78	81
Cova														
Cobertura														
-NPK	3,0	2,6	0,10	0,14	1,8	1,1	0,98	1,26	0,38	0,54	210	180	20	18
+NPK	3,2	3,6	0,12	0,18	1,8	2,6	0,88	1,01	0,48	0,42	260	640	22	20
-NPK	3,1	2,6	0,13	0,15	2,0	1,5	0,90	1,16	0,46	0,50	180	150	26	22
+NPK	3,3	3,8	0,13	0,18	2,0	2,6	1,01	0,92	0,50	0,56	230	760	26	20
-NPK	3,3	2,5	0,10	0,12	1,6	1,1	0,88	1,08	0,40	0,22	250	140	16	12
+NPK	3,1	3,6	0,10	0,14	1,8	2,7	0,90	0,86	0,40	0,33	200	650	18	15
-NPK	3,0	2,5	0,14	0,13	2,2	1,6	0,98	1,12	0,38	0,38	220	150	16	12
+NPK	3,1	3,9	0,15	0,18	2,2	2,8	0,92	0,88	0,41	0,36	190	720	16	15
Níveis adequados ¹	3,0		0,15		2,00		1,20		0,40		100		15	
Nível tóxico ²											1200			

¹ Malavolta (1980)

² Pavan & Bingham (1981).

100 g proporcionaram concentrações de K nas folhas acima de 2%, e teores de K no solo menores que 0,10 meq/100 g proporcionaram teores de K nas folhas inferiores ao nível considerado adequado (2%).

Os resultados da análise de Ca nas folhas indicaram aumentos nas plantas que não receberam adubações em cobertura, e uma tendência de diminuição nas que receberam adubações NPK em cobertura. Com relação ao Mg, as maiores concentrações foliares foram constatadas nos tratamentos com adubação orgânica na cova. Estes resultados confirmam a relação existente entre o teor do elemento na planta com o disponível no solo.

As concentrações de Mn nas folhas da cultivar Catuaí, indicadora do presente estudo, foram sempre superiores ao nível considerado adequado (100 ppm), e inferiores ao nível de toxidez (1.200 ppm). Os teores de Mn nas folhas aumentaram consistentemente com o aumento das doses de NPK em cobertura, em face do efeito da acidificação na redução química do Mn no solo. Hiroce et al. (1977) demonstraram que aplicações de sulfato de amônia, uréia e nitrocálcio em lavouras cafezeiras diminuíram o pH do solo e proporcionaram aumentos nos teores de Mn nas folhas. No presente trabalho, apesar de a adubação em cobertura ter contribuído para diminuir o pH do solo e conseqüentemente aumentar a disponibilidade e os teores de Mn nas folhas, o mesmo foi inferior ao nível tóxico para a cultivar Catuaí (Pavan & Bingham 1981).

Em geral, os teores de Zn nas folhas foram superiores nas parcelas que receberam adubação orgânica na cova do que naquelas que receberam os fertilizantes minerais.

Produção

As produções de café nos anos 1978, 1979, 1980 e 1981 e a produção total acumulada nos quatro anos são apresentadas nas Fig. 2 e 3. A análise da variância revelou que não houve diferenças significativas (5%) entre tratamentos quando comparadas as produções das plantas que receberam adubo orgânico (Fig. 2) com as daquelas que receberam exclusivamente fertilizantes minerais (Fig. 3) aplicados na cova antes do plantio. Eviden-

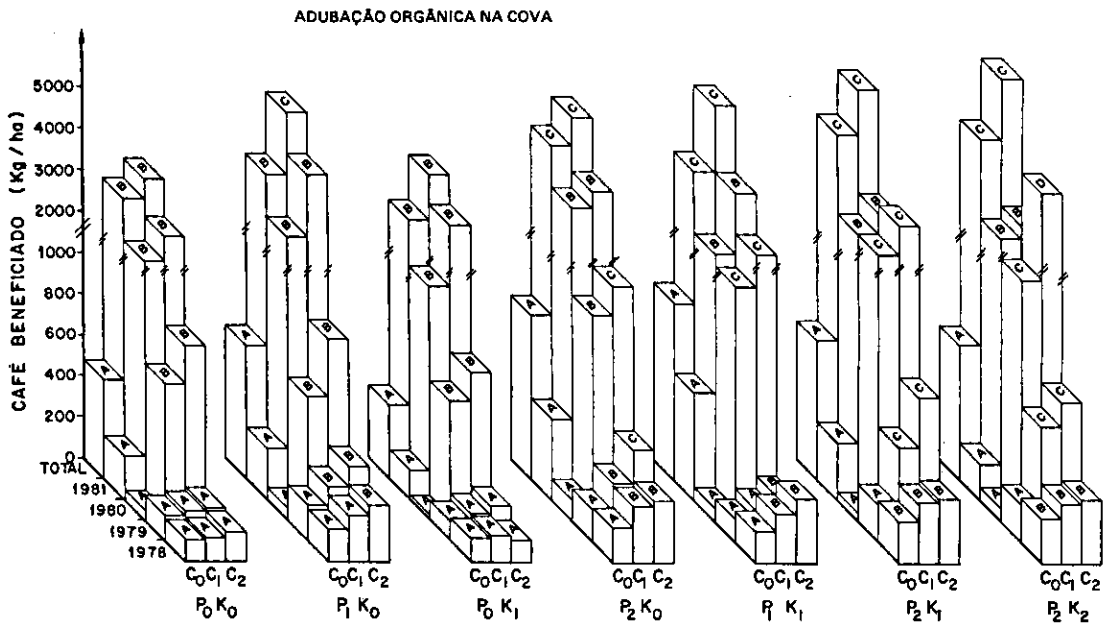


FIG. 2. Efeito dos tratamentos contendo adubo orgânico na cova de plantio na produção de café.

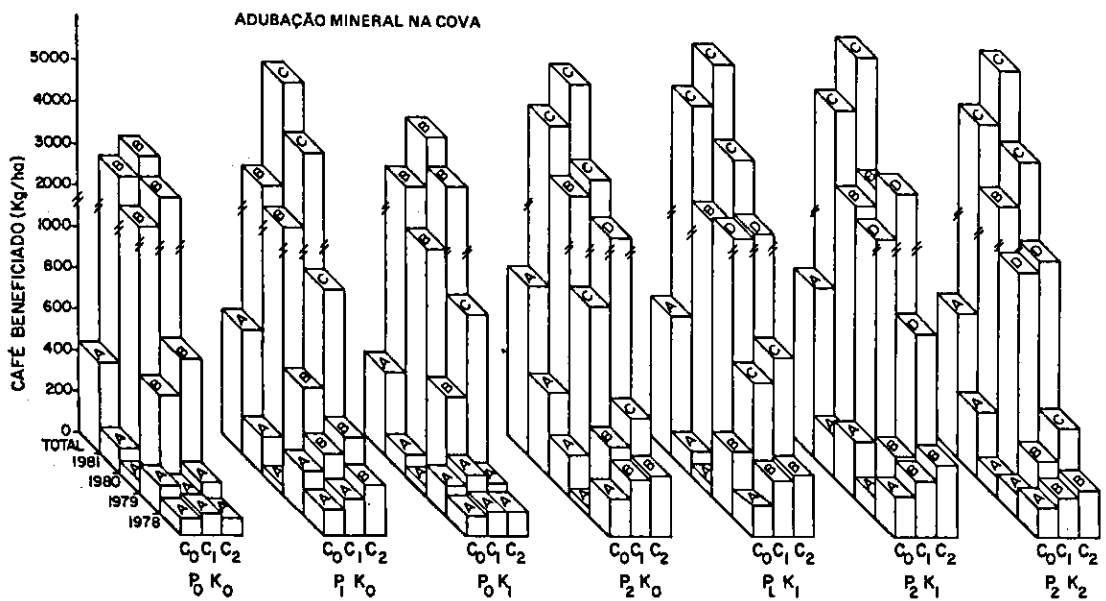


FIG. 3. Efeitos dos tratamentos contendo adubo mineral na cova de plantio na produção de café.

temente, o material orgânico utilizado continha outros elementos além do N na sua composição, os quais contribuíram para a nutrição da planta; entretanto, este fato não foi suficientemente significativo para aumentar a produção de café, no solo estudado.

Os resultados da produção de café durante a formação da lavoura cafeeira mostraram aumentos significativos quando foram realizadas aplicações dos fertilizantes químicos (NPK) em cobertura, independentemente do tratamento realizado na cova. Estes efeitos foram mais pronunciados nos anos de 1980 e 1981. Mesmo com aplicações de N (orgânico ou mineral), P e K na cova, não houve aumentos na produção de café na ausência de NPK em cobertura. As produções mais baixas verificadas nos tratamentos com ausência de adubações em cobertura foram devidas, provavelmente, aos baixos teores de N e K nas folhas (Tabela 3). Os teores de K no solo e na folha, inferiores a 0,06 meq/100 g e 2%, respectivamente, e N na folha inferior a 3%, provavelmente limitaram a produção dos cafeeiros nas parcelas sem adubação em cobertura. As maiores produções verificadas nas plantas que receberam as doses mais elevadas de fertilizantes em cobertura estiveram associadas com teores de N, P e K superiores aos níveis considerados como adequados (Malavolta 1980). Como a adubação em cobertura diminuiu o pH do solo em, aproximadamente, uma unidade, após cinco anos de cultivo (Tabela 2), provavelmente este nível de acidez poderá afetar as próximas produções de café. A calagem, nestas condições, deverá ser pesquisada.

Na ausência de fertilizantes minerais contendo P na cova de plantio, houve uma diminuição na produção, principalmente nos dois primeiros anos (1978 e 1979), mesmo com aplicações de N, P e K nas adubações em cobertura. Este resultado revelou um importante aspecto de ordem prática: para a formação de uma lavoura cafeeira, a adubação em cobertura com fertilizantes contendo P não dispensa a aplicação de P na cova de plantio.

CONCLUSÕES

1. As produções de café nas parcelas que receberam adubação orgânica na cova foram semelhan-

tes àquelas que receberam adubação exclusivamente mineral.

2. A produção foi mais baixa na ausência de P na cova, independentemente da presença de P na adubação em cobertura.

3. A produção aumentou com o aumento das doses de NPK na adubação de cobertura.

4. As máximas produções de café foram obtidas nas parcelas que continham concentrações de Ca, Mg, K e P no solo superiores a 1 meq/100 g, 0,20 meq/100 g, 0,30 meq/100 g e 10 ppm, respectivamente, e concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Zn e Mn nas folhas das plantas de 3,8%, 0,18%, 2,7%, 2%, 0,4%, 20 ppm e 150 ppm, respectivamente.

5. As adubações de cobertura provocaram diminuição do pH do solo e aumentos dos teores de Mn nas folhas.

REFERÊNCIAS

- BEGAZO, J.C.E.O. Ensaio de adubação química do cafeeiro (*Coffea arabica*, L) em duas localidades da "zona da mata" de Minas Gerais. R. Ceres, 17:202-16, 1970.
- HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; BAUMGARTNER, J.G.; FURLANI, A.M.C. & MORAES, F.R.P. de. Efeito de quatro fontes de adubo nitrogenado nas características químicas do solo e na composição foliar de cafeeiros. Ci. e Cult., 29:67-71, 1977.
- HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; SOARES, E.; FURLANI, A.M.C. & MORAES, F.R.P. de. Efeito residual da adubação mineral e orgânica na composição química do solo e na composição de folhas de cafeeiro cultivado em Mococa. Bragantia, 35:CLXIX-CLXXV, 1976.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, Rio de Janeiro, RJ. Cultura do café no Brasil. Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1974. 216p.
- JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1958. 498p.
- LAZZARINI, V.; MORAES, F.R.P. de; MORAES, M.V. de; TOLEDO, S.V. de & FIGUEIREDO, J.I. Experimentação cafeeira 1929-1963. Campinas, IAC, 1967. 297p.
- LOTT, W.L.; MCCLUNG, A.C.; VITA, R. de & GALLO, J.R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. New York, IBEC Res. Inst., 1961. 72p. (Boletim Técnico, 26).
- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R. & MEDCALF, J.C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, IAC, 1956. 96p. (Boletim Técnico, 79).
- MACHADO, S.A. Algunos resultados experimentales con fertilizantes en cafetos. Cenicafe, 9:1-40, 1958.

- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 243p.
- MALAVOLTA, E. Intensive fertilization of coffee in Brazil. s.l., s.ed., 1970. 20p. Trabalho apresentado no IX Congress of the International Potash Institute, Antibes, França, 1970.
- MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P. & COURRY, T. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro (*Coffea arabica*, L. variedade Bourbon Vermelho). Piracicaba, ESALQ, 1958. 19p. (Boletim Técnico, 14).
- PAVAN, M.A. & BINGHAM, F.T. Toxidez de metais em plantas. I. Caracterização da toxidez de manganês em cafeeiros. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 16(6): 815-21, nov./dez. 1981.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. & PRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium, and aluminum following lime or gypsum applications to a Brazilian Oxisol. *J. Soil Sci. Soc. Am.*, 48:33-48, 1984.
- RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. & CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah Oxisol. *Agron. J.*, 72:40-4, 1980.