

# EFEITO DE ADUBAÇÕES MINERAL, ORGÂNICA E VERDE SOBRE A FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO<sup>1</sup>

Júlio César Dias CHAVES, Bolsista do CBP&D-Café/IAPAR, jchaves@pr.gov.br

**RESUMO:** Foi conduzido um experimento durante dez anos sobre um latossolo roxo eutrófico (LRe) na estação experimental do IAPAR, localizada no município de Ibiporã-Paraná, com o objetivo de avaliar a combinação de diferentes fontes de fertilizantes sobre a fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro e diminuição da dependência por nitrogênio mineral. Foram aplicados os tratamentos: sem adubação; adubação mineral (180-50-130 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O); adubação orgânica (esterco de gado e leucena) + leucena<sub>1</sub>; 1/2 adubação orgânica + 1/2 adubação mineral; leucena<sub>2</sub> e 2/3 adubação orgânica + 1/3 adubação mineral + leucena<sub>1</sub>. A adubação orgânica baseou-se na equivalência do N fornecido pelo fertilizante mineral. A leucena foi utilizada em duas densidades com uma e duas linhas/rua de cafeeiro. Os resultados mostraram que a fertilidade do solo sofreu alterações com os tratamentos, sendo os efeitos mais pronunciados sobre o pH, K, Al, H+Al, P e CTCe. A adubação mineral acidificou o solo e a combinação dos adubos orgânico e verde contribuiu para a melhoria da fertilidade. Constatou-se melhor equilíbrio nutricional ao se combinar as adubações orgânica, mineral e verde. As produções de café beneficiado correlacionaram-se diretamente com o estado nutricional das plantas. A presença do adubo verde leucena<sub>2</sub> contribuiu para o fornecimento equivalente a 130 kg - N/ha. A biomassa da leucena ajudou a diminuir o número de espécies e a quantidade de ervas invasoras, proporcionando economia no tempo gasto com capina em aproximadamente 50%. Estes resultados têm reflexos diretos no custo de produção do cafeeiro.

**PALAVRAS CHAVE:** Manejo do solo, diagnose foliar, química solo, custo de produção

**ABSTRACT:** A field experiment was carried out for ten years in an Oxisol at the IAPAR experimental station at Ibiporã, State of Paraná, Brazil. The objective was to evaluate the combinations of three fertilizer sources on soil fertility, coffee nutrition and production, and reduction of mineral nitrogen requirement. The treatments were: control (no fertilizers); mineral fertilizer; organic manure (cattle manure and leucena) + leucena<sub>1</sub> (*Leucaena leucocephala*); 1/2 organic manure + 1/2 mineral fertilizer; leucena<sub>2</sub> and 2/3 organic manure + 1/3 mineral fertilizer + leucena<sub>1</sub>. The amount of organic manure was equivalent to the N content in the mineral fertilizer. Two leucaena densities were used: one and two lines per coffee row. The results showed that the best nutrition and yields were associated with the combination of organic, mineral, and green manure. Mineral fertilizer treatments decreased soil fertility. On the other hand, the combination of three fertilizer sources improved soil fertility in relation to the original data. Leucaena green manure contributed with 130 kg/ha of N to coffee trees, and its biomass decreased the number of species and the quantity of weeds, as well as an economy of 50% in the time needed for weed control. The results are directly associated with the coffee production cost.

**KEY WORDS:** Soil management, leaf diagnosis, soil chemistry, organic fertilization, production cost

## INTRODUÇÃO

O uso exclusivo de fertilizantes minerais especialmente os nitrogenados, além de muito caros, não têm conseguido manter a produtividade da cafeicultura em virtude das perdas a que o nitrogênio está sujeito por volatilização, lixiviação, etc. e também devido à degradação química do solo, com diminuição gradativa das respostas das plantas, como resultado da diminuição nos teores de nutrientes e matéria orgânica do solo. Avaliando os danos de erosão em lavouras cafeeiras descobertas no Paraná, RUFINO et al., 1985 verificaram grandes perdas de solo, água e nutrientes. Com a perda especialmente da matéria orgânica, o solo diminui sua capacidade de infiltração e armazenamento de água, resultando em mais erosão (ROTH & PAVAN, 1991). Os resíduos de algumas espécies de adubos verdes (raízes e parte aérea), são excelentes opções para diminuir a erosão e melhorar o nível de matéria orgânica no solo de forma barata e eficiente (CHAVES et al., 1997). Este trabalho apresenta resultados do uso combinado de adubos mineral, orgânico e verde, quanto

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ. – CBP&D-Café

a nutrição e produção do cafeeiro, alterações na fertilidade do solo, redução da dependência por N mineral e economia de capina.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido por um período de 10 anos, na estação experimental do IAPAR, localizada no município de Iporã - Paraná, Brasil, em lavoura espaçada de 4,0 x 2,0 m sobre um latossolo roxo eutrófico (LRe) e com as seguintes características químicas: pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,4; Al, Ca, Mg e K trocáveis 0,0; 92,0; 17,0 e 2,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de solo, respectivamente; acidez potencial (H + Al) 46 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P 1,9 mg dm<sup>-3</sup>; carbono orgânico (C) 19,7 g dm<sup>-3</sup> e CTCe 111,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. O material orgânico utilizado (esterco de gado + leucena) apresentou a seguinte composição média: N 17,2; P 5,8; K 8,2; Ca 13,6; Mg 5,2; C 235,0 e U 500,0 g kg<sup>-1</sup>. Os tratamentos de campo consistiram na aplicação de diferentes fontes de adubos: 1. sem adubação (testemunha); 2. adubação mineral (180-50-130 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O); 3. adubação orgânica + leucena<sub>1</sub>; 4. 1/2 adubação orgânica + 1/2 adubação mineral; 5. leucena<sub>2</sub> e 6. 1/3 adubação mineral + 2/3 adubação orgânica + leucena<sub>1</sub>. A adubação orgânica baseou-se na equivalência do N fornecido pelo fertilizante mineral. A leucena foi utilizada em duas densidades: leucena<sub>1</sub> = 1 linha/rua de cafeeiro e leucena<sub>2</sub> = 2 linhas/rua de cafeeiro. As amostras de solo foram coletadas na projeção da "saia" (local da adubação) e no centro da entrelinha, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. As amostras foram secas em estufa, moídas e preparadas para análise química de pH em CaCl<sub>2</sub>, H+Al, Ca, Mg, Al, P, K e C orgânico, conforme metodologia utilizada no laboratório de solos do IAPAR. A produção de café das parcelas foi pesada e uma amostra reduzida de 2,0 kg foi colocada para secagem em badejas com fundo de tela. O café seco foi pesado, beneficiado e transformado em kg ha<sup>-1</sup>. A leucena foi podada sempre que atingia entre 1,8 a 2,0 m de altura e toda a biomassa deixada na superfície do solo, exceto a do corte de inverno que foi retirada da área para evitar resfriamento e utilizada no composto orgânico. A capina foi avaliada cronometrando-se o tempo gasto por um mesmo trabalhador para capinar 32 m<sup>2</sup> de cada parcela. Comparou-se esses tempos nos diferentes tratamentos para calcular o tempo relativo e a economia obtida. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

**Efeito na fertilidade do solo:** Os efeitos dos tratamentos em algumas propriedades químicas da camada superficial do solo (0 - 20 cm) são apresentados na Tabela 1. Esta profundidade reflete melhor as alterações provocadas pelos tratamentos empregados. Nas camadas mais superficiais e profundas do solo, são apresentados alguns resultados quanto ao pH do solo (Figura 1), que mostraram o efeito mais pronunciado da adubação mineral nos primeiros 10 cm da superfície do solo. O uso da leucena como adubo verde teve um efeito pequeno porém constante de aumento do pH, mesmo nas camadas mais profundas do solo. Esta tendência de aumento no pH tem sido atribuída a adsorção de H e Al na superfície do material vegetal (Hoyt & Turner, 1975), à troca de ânions entre o OH terminal de óxidos de Fe e Al e os ânions orgânicos (Hue & Amien, 1989) e ao aumento do potencial de oxidação biológica de ânions orgânicos (Helyar, 1991). Ocorreram aumentos de Ca, Mg, K e CO com o adubo verde, devido a adição dos mesmos na camada superficial após a mineralização da biomassa (reciclagem). Na entrelinha o efeito deletério do fertilizante mineral nitrogenado não foi observado.

Tabela 1. Efeito da espécie de adubo na química do solo na camada de 0 a 20 cm em dois locais de amostragem

Tratamentos	Análise química inicial do solo								
	pH	Al	Ca	Mg	K	H+Al	CTCe	P	C
	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						mg dm <sup>-3</sup> g dm <sup>-3</sup>		
	5,4	0,00	92	17	2,0	46	111	1,9	19,7
	Análise química final (10 anos após) embaixo da "saia"								
Testemunha	5,2	0,00	96	20	4,7	53	121	3,7	18,5
Adubação mineral	4,2	6,5	68	11	7,0	108	87	15,7	20,5
Ad.orgânica + Leucena <sub>1</sub>	5,3	0,00	116	41	8,3	60	165	52,9	30,8
Leucena <sub>2</sub>	5,1	0,00	96	20	6,4	62	122	4,1	21,5
	Análise química final (10 anos após) na entrelinha								
Testemunha	5,1	0,00	99	20	4,4	55	123	2,4	17,2
Adubação mineral	5,0	0,20	93	18	6,0	61	117	4,1	17,5
Ad.orgânica + Leucena <sub>1</sub>	5,1	0,00	98	27	7,2	62	132	6,0	21,2
Leucena <sub>2</sub>	5,4	0,00	109	24	6,1	54	139	2,2	22,6

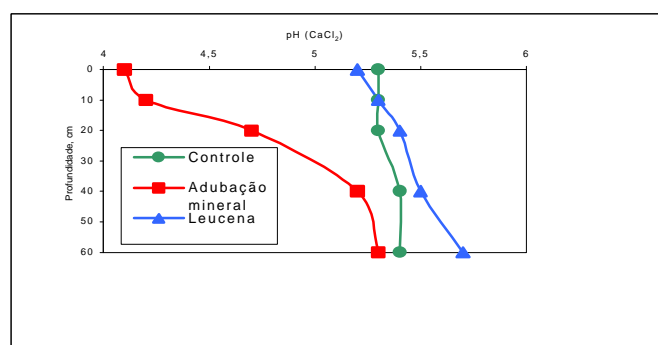


Figura 1. Efeito de diferentes tipos de adubações sobre o pH no perfil do solo

**Produção de café:** A produção de café foi avaliada durante 8 colheitas, evidenciando que mesmo em solo de boa fertilidade, a ausência de qualquer prática de adubação, provoca efeitos muito fortes sobre a produtividade (Tabela 2). O uso exclusivo de adubação mineral elevou a produtividade, havendo tendência de aumentos maiores com a combinação de fertilizantes mineral, orgânico e verde. Nestes tratamentos o nutriente mineral, especialmente o N é substituído parcialmente pelo N orgânico, parecendo traduzir-se em melhor equilíbrio nutricional das plantas.

Tabela 2. Produção de café beneficiado em kg ha<sup>-1</sup> com o uso de três fontes de adubos (média de 8 colheitas)

Tratamentos	Produção kg ha <sup>-1</sup>	Relativa %	Produção após a geada de 1994
Testemunha	209	8	0
Adubação mineral (Nm)	1.191	100	586
Adubação orgânica + Leucena <sub>1</sub> (No + L <sub>1</sub> )	1.350	113	939
½ Adub. Orgânica + ½ Adub. Mineral (No + Nm)	1.208	101	472
2/3 Adub. Orgân. + 1/3 Adub. Min. + Leucena <sub>1</sub> (No+Nm+L <sub>1</sub> )	1.231	103	526
Leucena <sub>2</sub> (L <sub>2</sub> )	931	78	305

A utilização do adubo verde leucena com duas linhas/rua de cafeeiro, produziu 78% do café obtido no tratamento com fertilizante mineral. Embora ocorra uma perda na produtividade, o baixo custo de implantação e manejo da leucena poderá ser muito favorável se comparado aos custos elevados do fertilizante mineral. Além disso, esta é uma prática muito importante para os pequenos cafeicultores descapitalizados que vêm alcançando níveis médios de produtividades muito baixos. Durante o período experimental ocorreu uma forte geada em 1994, afetando a produção de café em 1995 conforme é mostrado na Tabela 2, sugerindo que plantas com maior conteúdo de nutrientes, suporta melhor as condições de baixa temperatura. A nutrição das plantas relacionada à maior tolerância ao frio é uma linha de pesquisa que deve merecer maior atenção.

**Avaliação nutricional pela análise foliar:** As plantas do tratamento testemunha apresentaram teores foliares dos principais nutrientes em níveis inferiores aos considerados como adequados à nutrição do cafeeiro, segundo Malavolta et al. (1989). Todos os tratamentos que combinam as adubações mineral, orgânica e verde traduzem-se por um equilíbrio nutricional, especialmente no tocante ao nitrogênio, potássio e zinco. Quanto ao manganês, os teores foliares mostraram-se excessivamente elevados e provavelmente já próximo dos níveis de toxidez, na presença de doses crescente de fertilizantes mineral (Tabela 3). Este fato está relacionado ao aumento da acidez do solo.

**Economia de Capina:** A presença do adubo verde inibiu o crescimento e proliferação das ervas invasoras, reduzindo o número de espécies e a matéria seca das mesmas. Este fato refletiu no tempo de capina gasto nos tratamentos com presença e ausência de adubo verde, conforme mostra a Tabela 4. A diminuição no tempo de capina também constitui-se em importante fator de redução no custo de produção do cafeeiro além de permitir uma maior racionalização na distribuição da mão-de-obra na propriedade.

Tabela 3. Teor médio de alguns nutrientes nas folhas do cafeeiro durante o período experimental.

Tratamentos	N	P	K	Zn	Mn
	-----g kg <sup>-1</sup> -----			-----mg kg <sup>-1</sup> -----	
Testemunha	22,5	1,3	21,7	8,7	117
Adubação mineral (Nm)	30,2	1,4	20,9	9,5	340
Adubação orgânica + Leucena <sub>1</sub> (No + L <sub>1</sub> )	27,3	1,4	23,8	9,5	97
½ Adub. orgânica + ½ Adub. Mineral (No + Nm)	29,7	1,5	21,8	10,5	186
2/3 Adub. orgân. + 1/3 Adub. Min. + Leucena <sub>1</sub> (No+Nm+L <sub>1</sub> )	28,2	1,5	23,3	10,5	137
Leucena <sub>2</sub> (L <sub>2</sub> )	26,0	1,4	23,8	11,2	96

Tabela 4. Plantas invasoras e tempo gasto por uma trabalhadora para capinar 32 m<sup>2</sup> da parcela experimental

Tratamentos	Número de plantas por m <sup>2</sup>	Matéria seca kg m <sup>-2</sup>	Tempo de capina	Relativo %	Economia %
Testemunha	571	0,46	9' 30''	100	0
Adubação mineral	870	1,09	9' 24''	100	0
Leucena <sub>2</sub>	73	0,05	4' 04''	43	57

### CONCLUSÕES:

- A utilização de fertilizantes minerais deteriorou a fertilidade do solo e a adubação orgânica e verde melhoraram-na;
- Os adubos orgânico e verde suprimiram parte da demanda nutricional do cafeeiro, melhorando sua nutrição e proporcionando melhor produtividade;
- O adubo verde contribuiu para diminuir a aplicação de adubos minerais e reduziu o tempo de capina, constituindo-se em importante prática para a exploração econômica da cafeicultura especialmente nas pequenas e médias propriedades;

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAVES, J.C.D.; GORRETA, R. H.; DEMONER, C.A.; CASANOVA JUNIOR, G. & FANTIN, D. O amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*) como alternativa para cultivo intercalar em lavoura cafeeira. Londrina, IAPAR, 1997. 20 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 55).
- GOMES, J. & CHAVES, J.C.D. Modificações químicas em coluna de solo, incubada com resíduos vegetais e CaCO<sub>3</sub>. In: **XVII REUNIÃO ANUAL DA SOC. BRASILEIRA DE QUÍMICA**, Caxambu, AB 21, 1994.
- HELYAR, K. R. The management of acid soils. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V.C.; MURRAN, R.P. eds. **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 1991, p.365-382.
- HOYT, P.B. & TURNER, R.C. Effect of organic materials added to very acid soils on pH, aluminum, exchangeable NH<sub>4</sub> and crop yield. **Soil Science**, Baltimore, v. 119, p.227-237, 1975.
- HUE, N.V. & AMIEN, I. Aluminum detoxification with green manures. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 20, n. 15-16, p.1499-1511, 1989.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & de OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.
- ROTH, C.H. & PAVAN, M.A. Effects of lime and gypsum on clay dispersion and infiltration in samples of a Brazilian Oxisol. **Geoderma**, Amsterdam, 48:351-361, 1991.
- RUFINO, R.L.; HENKLAIN, J.C. & BISCAIA, R.C.M. Influência das práticas de manejo e cobertura vegetal do cafeeiro nas perdas de solo. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, 9:277-280, 1985.

## **AVISO**

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS  
SEGUINTE ENDEREÇOS:

### **FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES**

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV  
Viçosa - MG  
Cep: 36571-000  
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485  
Fax : (31) 3891-3911

### **EMBRAPA CAFÉ**

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)  
Edifício Sede da Embrapa - sala 321  
Brasília - DF  
Cep: 70770-901  
Tel: (61) 448-4378  
Fax: (61) 448-4425