

MANEJO DA COBERTURA DO SOLO PARA FORMAÇÃO E PRODUÇÃO DE UMA LAVOURA CAFEIEIRA.

I. INFLUÊNCIA NA FERTILIDADE DO SOLO¹

MARCOS A. PAVAN², PAULO H. CARAMORI³, ARMANDO ANDROCIOLI FILHO⁴
e MARCOS F. SCHOLZ⁴

RESUMO - Foi conduzido um experimento de campo, durante sete anos, em uma lavoura cafeeira, para determinar as influências de algumas técnicas de manejo do solo no nível de fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo álico. Foram avaliados seis sistemas de manejo do solo: 1. capina na linha/ceifa do mato na entrelinha; 2. capina na linha/capim-tímão (*Elionurus candidus*) na entrelinha; 3. capina na linha/*Stylosanthes* na entrelinha; 4. cobertura com resíduo vegetal na linha/ceifa do mato na entrelinha; 5. cobertura com resíduo vegetal em toda a área; e 6. cobertura com polietileno preto na linha/ceifa do mato na entrelinha. Os resultados demonstraram que a cobertura com resíduos vegetais foi o tratamento mais efetivo na proteção e recuperação da fertilidade do solo. Os efeitos benéficos da cobertura da superfície do solo com resíduos vegetais foram associados com a liberação de nutrientes após a decomposição dos compostos orgânicos, aumentos nos teores de carbono orgânico e pH do solo, diminuições nas concentrações de Al trocável, e melhores condições para absorção de íons pelas raízes do cafeeiro. O potencial desta prática de manejo do solo para pequenos agricultores na região do litoral do Paraná parece significativo.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, manejo do solo, cobertura do solo, cobertura da plantação, acidez do solo.

SOIL COVER MANAGEMENT FOR COFFEE ESTABLISHMENT AND PRODUCTION. I. INFLUENCE ON SOIL FERTILITY

ABSTRACT - A field experiment was conducted during seven years with coffee trees to determine the influence of some management practices on the fertility levels of a Red Yellow Latosol. Six soil managements were evaluated: 1. cleaning the tree rows/disking between tree rows; 2. cleaning the tree rows/retaining a permanent soil cover between the tree rows with *Elionurus candidus*; 3. cleaning the tree rows/retaining a permanent soil cover between the tree rows with *Stylosanthes guianensis*; 4. grass mulch in the tree rows/disking between the tree rows; 5. grass mulch covering all the soil surface; and 6. black polythene mulch in the tree rows/disking between the tree rows. Grass residue mulch was found to be the most effective in improving soil fertility. The beneficial effects of protecting the soil surface with grass straw were associated with the amounts of plant nutrient released from the decomposing materials, increased soil organic carbon and pH, decreased exchangeable Al and enhanced nutrient ions uptake by coffee roots due to less moisture stress. Thus, the results suggest that additions of organic materials on the surface of very acid soils result in a favorable environment for root development. The potential of this soil management for small farm in the coast area of Paraná State may, therefore, be significant.

Index terms: *Coffea arabica*, soil management, mulching, crop cover, soil acidity.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico para o manejo do solo na cafeicultura tem sido um processo lento e baseado mais na tradição do que em princípios científicos estabelecidos. As principais operações de manejo do solo utilizadas para o cultivo do ca-

feeiro no Brasil (Instituto Brasileiro do Café 1974) podem ser consideradas essencialmente para o controle da erosão e ervas daninhas, conservação da umidade, aeração, atividade biológica e favorecimento da disponibilidade de nutrientes. Embora estas práticas de manejo tenham sido tradicionalmente utilizadas em lavouras cafeeiras, pouco se conhece sobre suas conseqüências ecológicas.

Para cafeeiros em formação, onde as ervas daninhas e a erosão são problemas sérios, têm sido recomendadas algumas práticas culturais de manejo do solo e um grande número de variações dentro de cada categoria (Instituto Brasileiro do Café

¹ Aceito para publicação em 8 de novembro de 1985.

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

³ Eng.-Agr., M.Sc., IAPAR.

⁴ Eng.-Agr., IAPAR.

1974). Em todos os casos, há uma tendência geral de o sistema de cultivo alterar o nível de fertilidade do solo. Kemper & Derpsch (1981), efetuando análises de solo, no período de 1964 a 1978, observaram uma diminuição de 45% nos teores de matéria orgânica nos solos cultivados com o café no Norte do Paraná. Em tal caso, portanto, faz-se necessário o uso de uma tecnologia de manejo não apenas para proteção mas também para recuperação da fertilidade do solo. Medcalf (1956) demonstrou que a proteção da superfície do solo com uma camada de vegetal morto ("mulch") em toda a área entre as linhas de plantio café foi uma técnica efetiva para reduzir a erosão, aumentar os teores de matéria orgânica, alterar o regime de água e temperatura do solo, e para melhorar a atividade biológica.

As áreas utilizadas para a produção de café no litoral do Paraná estão localizadas em condições especiais, caracterizadas por altas precipitações e temperaturas e baixa altitude (5 - 50 m) (Chaves et al. 1978), favorecendo, assim, sérios riscos de danos ecológicos, inclusive à fertilidade do solo, se não forem utilizadas técnicas agronômicas com bases cientificamente sólidas nas áreas cultivadas. Entretanto, são escassos os dados publicados de estudos dessa natureza, na região.

Ante os inúmeros problemas encontrados pelos agricultores na região do litoral do Paraná, há necessidade de se desenvolver uma tecnologia com bases científicas, sem a qual seria inviável a produção de café nessa área. O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar as influências de algumas técnicas de manejo do solo para o controle de ervas daninhas e da erosão, no nível de fertilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi iniciado em maio de 1977, na Fazenda Experimental da Fundação Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Morretes (25°30'S, 48°49'W e 10 m de altitude), com o plantio da cultivar Catuaí Vermelho (H2077-2-5-81) em um Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVa), no espaçamento de 4 m x 2 m, com duas mudas por cova. No posto meteorológico do IAPAR, em Morretes, foram registradas, durante o período experi-

mental, a média anual de precipitação pluvial de 1.932 mm, e a temperatura média de 20,7°C, com mínima e máxima absolutas de 2,2°C e 38,5°C, respectivamente.

Foram avaliadas as seguintes práticas de manejo da cobertura do solo: 1. capina manual na linha de plantio e ceifa do mato nas entrelinhas; 2. capina manual na linha de plantio e cultivo do capim-limão (*Elionurus candidus*) nas entrelinhas; 3. capina manual na linha de plantio e cultivo de *Stylosanthes guianensis* nas entrelinhas; 4. cobertura do solo com material vegetal ("mulch") na linha de plantio e ceifa do mato nas entrelinhas; 5. cobertura do solo com material vegetal ("mulch") em toda a área; e 6. cobertura do solo com polietileno preto na linha de plantio e ceifa do mato nas entrelinhas.

A cobertura do solo com resíduos vegetais ("mulch") na superfície consistiu, predominantemente, de *Brachiaria humidicula* em quantidades equivalentes a, aproximadamente, 40 e 140 t/ha/ano de matéria seca, nos tratamentos 4 e 5, respectivamente. A cobertura do solo com polietileno permaneceu até 1980, quando se efetuou a retirada dos resíduos do material; a partir dessa data, o controle das ervas daninhas na linha de plantio deste tratamento foi realizado com capina manual. Em setembro de 1979, foi realizado o primeiro corte do *Stylosanthes guianensis*, deixando-se a massa verde sobre a superfície do solo. Após este período, em função do acentuado declínio na recuperação da leguminosa e conseqüente rápido domínio da área pelas ervas daninhas, as parcelas passaram a ser conduzidas de forma semelhante à do tratamento 1. Os demais tratos culturais e fitossanitários para formação e produção de uma lavoura cafeeira foram realizados de acordo com as recomendações de Chaves et al. (1978).

As alterações nos níveis de fertilidade do solo devidas às práticas culturais foram determinadas por meio do monitoramento da dinâmica dos nutrientes, com coletas anuais de amostras de solo, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. As amostras de solo foram coletadas na parte superior da projeção da "saia" dos cafeeiros, em relação ao sentido do declive do terreno (local da adubação). Foram coletadas cinco amostras simples por parcela em cada profundidade. Os teores de Ca, Mg e Al

foram extraídos com uma solução de KCl 1M e analisados por espectrofotometria de absorção atômica; os de P e K foram extraídos com a mistura de ácidos sulfúrico e clorídrico (Mehlich), sendo o P determinado por colorimetria com azul de molibdênio, e K, por fotometria de chama; carbono orgânico foi determinado pelo método de Walkley-Black, e pH, em água, na proporção 1:2,5 (solo:água).

Foram coletadas folhas dos cafeeiros para análise química segundo a técnica descrita por Lott et al. (1956).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições, sendo cada parcela composta por 16 covas de cafeeiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Carbono orgânico (CO)

Embora todos os tratamentos tenham contribuído para o aumento nos níveis de CO do solo (Fig. 1A), os maiores incrementos foram observados naqueles com "mulch" vegetal (Tratamentos 4 e 5). Obviamente, este efeito está relacionado com a aplicação adicional do material vegetal (*Braquiaria humidicula*) sobre a superfície do solo, o qual apresentou uma decomposição lenta, graças à alta relação C/N. Este resultado confirma as observações de Thomas & Frye (1984), de que a taxa de decomposição de um material vegetal colocado sobre a superfície do solo ("mulch") é lenta, por causa da ação retardada dos microrganismos. Por outro lado, nos tratamentos onde se realizou uma pequena movimentação do solo com implementos agrícolas através da capina manual com a enxada na linha de plantio, mas suficiente para aumentar o contato dos resíduos das ervas daninhas com os microrganismos do solo, a mineralização do material orgânico foi mais rápida, principalmente em condições de altas precipitações e temperaturas, como as da região do litoral do Paraná.

Os dados também demonstram que, à exceção dos tratamentos com o "mulch" vegetal, as práticas de manejo do solo foram apenas suficientes para reduzir a taxa de declínio da matéria orgânica do solo cultivado com o cafeeiro. A importância do

"mulch" de resíduos vegetais no manejo da matéria orgânica em solos ácidos tem sido documentada também em outros trabalhos (Medcalf 1956, Ayanaba 1982).

Acidez do solo (pH e Al)

Os resultados demonstram que nos tratamentos 1 e 6, onde não foram aplicados materiais vegetais na superfície do solo, ocorreram aumentos na acidez (Fig. 1B e 1C). Este fato poderia ser explicado, em parte, pela maior mineralização dos resíduos das plantas após a ceifa do mato e pela maior lixiviação de bases no perfil do solo causando uma diminuição do pH e aumento no teor de Al trocável.

A prática de manejo da cobertura do solo com material vegetal (Tratamentos 4 e 5) proporcionou aumentos no pH em até 0,8 unidades na superfície do solo (0-20 cm). Este resultado foi, sem dúvida, um dos aspectos mais significativos desta técnica em solos ácidos, altamente intemperizados. Os teores de Al trocável diminuíram apenas nos tratamentos com o "mulch" de gramíneas, em consequência da elevação do pH. Este manejo do solo foi o que mais contribuiu para o acúmulo de bases no solo, resultando em aumento no pH e diminuição no teor de Al trocável. Provavelmente, o aumento do pH poderia ser também explicado em razão da liberação de NH_3 durante a decomposição do material vegetal causando a precipitação de Al como hidróxido (Hoyt & Turner 1975). Também não se descarta a possibilidade das reações de complexação do Al com compostos orgânicos (adsorção superficial, quelatação e outras reações) presentes em maiores proporções nos tratamentos com elevado teor de matéria orgânica (Hargrove & Thomas 1981). Os benefícios do "mulch" de gramíneas na elevação do pH e redução do Al trocável foram mais evidentes na camada superficial do solo (0-20 cm). Resultados similares sobre as vantagens do uso do "mulch" de resíduos vegetais na redução da acidez do solo cultivado com o cafeeiro foram documentados na literatura (Medcalf 1956).

Bases trocáveis (Ca, Mg e K)

Embora todos os tratamentos tenham recebido quantidades idênticas de fertilizantes químicos, os

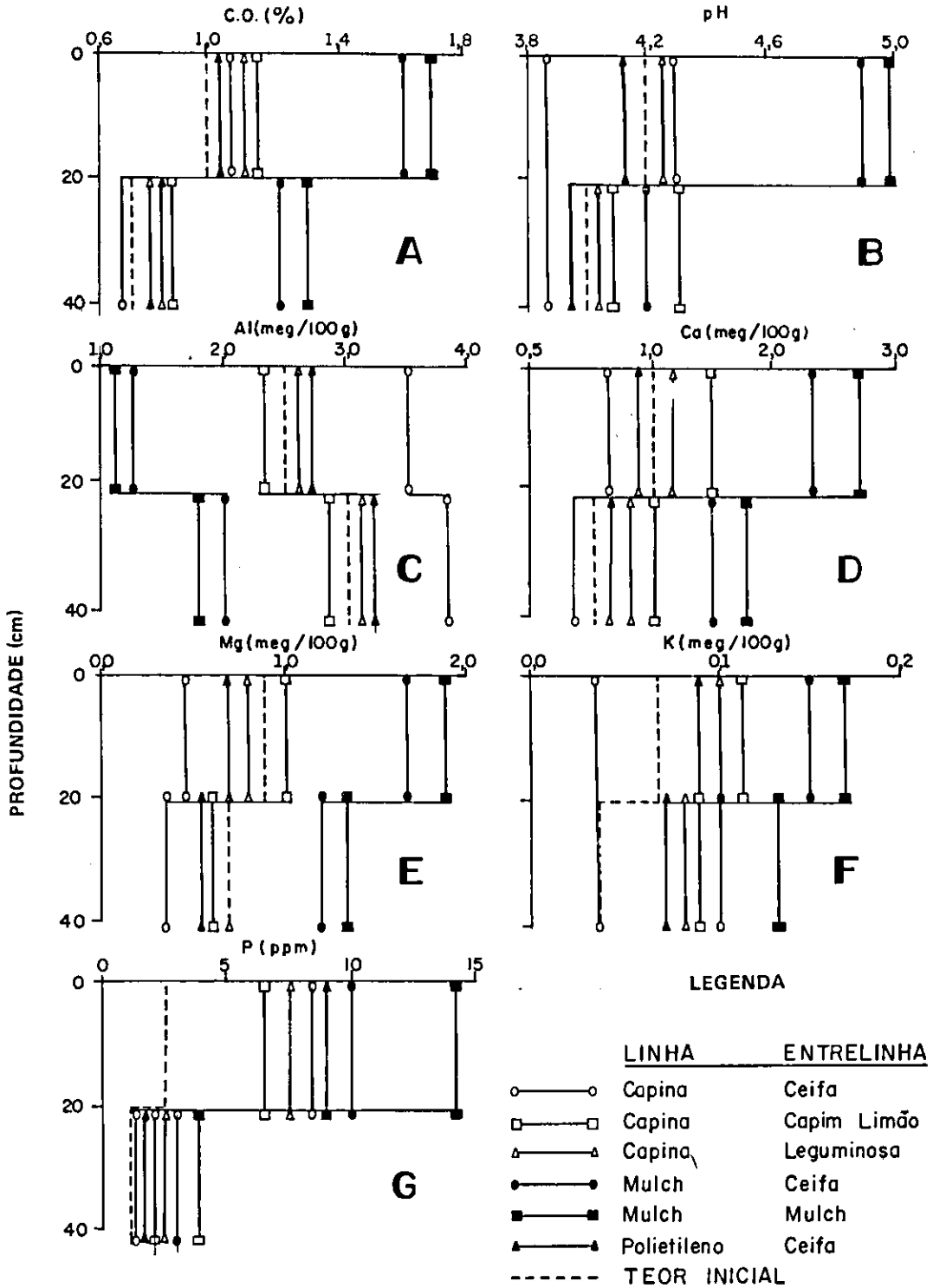


FIG. 1. Influência do sistema de manejo do solo nos níveis de fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo álico após sete anos de cultivo.

teores de bases trocáveis no solo foram superiores nos tratamentos com o "mulch" de gramíneas (Fig. 1D, 1E e 1F). Provavelmente, este resultado se deveu à liberação de Ca, Mg e K durante a decomposição do material orgânico e a uma lixiviação menor, produzindo alterações favoráveis nos parâmetros de fertilidade analisados.

Após sete anos de cultivo contínuo com cobertura morta em uma lavoura cafeeira, observou-se que o "mulch" de gramíneas na linha de plantio foi tão efetivo quanto em área total, em relação ao nível de fertilidade. Os resultados também demonstraram que os incrementos nos teores de Ca, Mg e K proporcionados pelo "mulch" de gramíneas foram mais significativos na camada superficial do solo (0-20 cm), onde, provavelmente, apresentava maior relação C/N. Entretanto, notam-se também aumentos nos teores dessas bases trocáveis em profundidade nos tratamentos com o "mulch" vegetal, provavelmente por causa da lixiviação ao longo dos anos.

Fósforo (P)

Embora todos os tratamentos de manejo do solo tenham proporcionado aumentos nas concentrações de P disponíveis na superfície (0-20 cm), graças às aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, especificamente naqueles que receberam cobertura vegetal ("mulch"), os níveis deste elemento foram superiores (Fig. 1G). Os maiores incrementos nos teores de P disponíveis nos tratamentos com o "mulch" de gramíneas podem ser devidos à liberação do P durante a decomposição dos resíduos vegetais e a mudanças favoráveis, causadas pela neutralização da acidez, com conseqüentes aumentos na disponibilidade do P inorgânico (P-Al, P-Fe e P-Ca). Observou-se, também, um fenômeno conhecido em solos de modo geral: a baixa mobilidade do P.

Absorção de nutrientes

Os resultados demonstraram que os tratamentos com o "mulch" de gramíneas proporcionaram maiores absorções de nutrientes pelo cafeeiro, o que confirma a relação existente entre os teores na planta com os disponíveis no solo (Tabela 1). Em razão da maior umidade do solo nos tratamentos

como o "mulch" de resíduos vegetais, como sugere Medcalf (1956), seria esperado um aumento na necessidade de nitrogênio pelas plantas, principalmente por causa das perdas por lixiviação. Entretanto, este fato não foi observado, com os teores de N nas folhas sempre superiores ao nível crítico de deficiência (3%). Provavelmente, certa proporção do N aplicado como fertilizante mineral sobre a superfície do "mulch" foi imobilizada pelos microrganismos e liberada lentamente na solução do solo após a mineralização, minimizando, assim, as perdas por lixiviação. As menores concentrações de Mn, Cu e Zn nas folhas dos cafeeiros no tratamento com o "mulch" de gramíneas foram devidas, provavelmente, aos efeitos do pH na disponibilidade desses metais no solo.

Uma das mais importantes observações dos dados apresentados na Tabela 1 foi o efeito produzido pela cobertura do solo com resíduos vegetais, que proporcionou melhores condições químicas e biológicas para a absorção de íons pelas raízes do cafeeiro.

Considerações práticas

Os resultados do presente estudo indicaram vantagens da utilização da cobertura morta ("mulch" vegetal) para recuperação ou manutenção da fertilidade do solo durante a formação e produção de uma lavoura cafeeira, na região do litoral do Paraná. Os efeitos benéficos do "mulch" vegetal na fertilidade do solo foram associados com a liberação de nutrientes durante a decomposição do material vegetal, menor lixiviação, aumentos do pH e carbono orgânico e diminuições nos teores de Al trocável, conseqüentemente favorecendo a absorção de íons pelas raízes do cafeeiro.

É importante mencionar que, embora a cobertura vegetal tenha apresentado algumas reações, no solo, aparentemente semelhantes às do calcário, ela não pode ser considerada hábil para substituir a calagem.

Como os materiais vegetais a serem utilizados como "mulch" devem ser produzidos e transferidos de um local para outro, a energia gasta e a disponibilidade de uma área adicional para o cultivo dessas plantas podem limitar a adoção da técnica. Entretanto, as experiências na região do litoral do

TABELA 1. Influência do sistema de manejo do solo na concentração de nutrientes nas folhas de cafeeiros amostradas durante o desenvolvimento dos frutos (janeiro/fevereiro).

Sistemas de manejo do solo	Macronutriente (%)					Micronutriente (µg/g)		
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn
- Capina na linha/ceifa na entrelinha	2,69	0,19	1,80	1,04	0,29	20	13	160
- Capina na linha/capim-limão na entrelinha	2,88	0,19	2,20	1,00	0,30	17	13	200
- Capina na linha/ <i>Sthylsanthes</i> na entrelinha	3,15	0,18	2,00	1,02	0,33	18	12	164
- "Mulch" com gramínea na linha/ceifa na entrelinha	3,75	0,21	2,20	1,12	0,32	13	10	108
- "Mulch" em área total	3,60	0,20	2,30	1,22	0,34	12	10	87
- "Mulch" com polietileno na linha/ceifa na entrelinha	2,72	0,18	2,00	1,00	0,30	18	13	147

Paraná sugerem que — como, em geral, as áreas de produção de café são pequenas e os agricultores são de baixa renda —, o manejo do solo com a cobertura morta é uma prática cultural atrativa. Neste caso, o material vegetal a ser utilizado como cobertura do solo pode ser obtido em locais próximos às margens de estradas, sob florestas secundárias ou alhures, em quantidades necessárias para atender à demanda de uma pequena área de produção de café.

REFERÊNCIAS

- AYANABA, A. The value of mulches in the management of organic matter in tropical soils. In: COLÓQUIO regional sobre matéria orgânica do solo. Piracicaba, ESALQ, 1982. p.97-103.
- CHAVES, J.C.D.; CARAMORI, P.H.; CARDOSO, R.M.L.; SIQUEIRA, R.; HOHMANN, C.L.; MANETTI FILHO, J.; PAVAN, M.A.; SERA, T.; MONDARDO, A.; MEDEIROS, G. de; MOHAN, S.K.; MUZILLI, O. & SCHOLZ, M.F. A cultura do cafeeiro na região do litoral do Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1978. 20p. (Informe de Pesquisa, 6).
- HARGROVE, W.L. & THOMAS, G.W. Effect of organic matter on exchangeable aluminum and plant growth in acid soils. In: STELLY, M., ed. *Chemistry in the soil environment*. Madison, Am. Soc. Agron., 1981. p.151-66.
- HOYT, P.B. & TURNER, R.C. Effects of organic materials added to very acid soils on pH, aluminum, exchangeable NH_4 , and crop yields. *Soil Sci.*, 119:227-37, 1975.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, Rio de Janeiro, R.J. *Cultura do café no Brasil*. Rio de Janeiro, IBGERCA, 1974. 261p.
- KEMPER, B. & DERPSCH, R. Soil compaction and root growth in Paraná. In: RUSSELL, R.S.; IGUE, K. & MEHTA, Y.R., ed. *The soil root system in relation to Brazilian agriculture*. Londrina, IAPAR, 1981. p.81-101.
- LOTT, E.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).
- MEDCALF, J.C. Estudos preliminares sobre aplicação de cobertura morta em cafeeiros novos do Brasil. São Paulo, IBEC Res. Inst., 1956. 59p. (Boletim, 12).
- THOMAS, G.W. & FRYE, W.W. Fertilization and liming. In: PHILLIPS, R.E. & PHILLIPS, S.H., ed. *No-tillage agriculture; principles and practices*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1984. p.87-128.