

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE *Coffea arabica*, FERTILIDADE DO SOLO E RETENÇÃO DE UMIDADE EM SISTEMA AGROFLORESTAL

NEVES, Y.P.¹; MARTINEZ, H.E.P.²; SOUZA, C.M.³ E CECON, P.R.⁴

¹ Departamento de Fitotecnia/Universidade Federal de Viçosa, <yonarapoltronieri@hotmail.com>; ² Departamento de Fitotecnia/Universidade Federal de Viçosa, <herminia@mail.ufv.br>; ³ Departamento de Fitotecnia/Universidade Federal de Viçosa, <cmsouza@mail.ufv.br>; ⁴ Departamento de Informática/Universidade Federal de Viçosa, <cecon@dpi.ufv.br>.

RESUMO: Avaliaram-se em Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais, o crescimento vegetativo, a produção e a evolução da fertilidade do solo e retenção de umidade, em sistemas de cultivo de café a pleno sol e consorciado com árvores, em experimento realizado durante o período de fevereiro de 1995 a novembro de 1999, em área da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e os seguintes tratamentos: café a pleno sol (T1); café com fedegoso (T2); café com fedegoso e banana (T3); café com fedegoso, banana e ipê-preto (T4), estes três últimos com a mesma densidade de árvores. A análise e a interpretação dos dados revelaram que a área foliar total e a taxa de crescimento relativo da área foliar total foram afetadas pela nutrição e pelo sombreamento. A produção de café no tratamento a pleno sol foi superior à dos demais tratamentos, não diferindo do tratamento com maior diversidade de espécies (T4). Quanto à fertilidade do solo, analisando as diferenças entre os pares de anos, observou-se menor saturação de alumínio nos tratamentos consorciados, quando comparado ao tratamento a pleno sol. A água, no tratamento café, fedegoso, banana e ipê-preto (T4), na profundidade de 0 a 10 cm, foi mais bem utilizada que no sistema a pleno sol, resultando em maior teor de umidade após 32 dias de período seco.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, sistemas agroflorestais, sombreamento, umidade do solo, saturação de alumínio.

DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF *Coffea arabica* L., SOIL FERTILITY AND HUMIDITY RETENTION IN AN AGROFORESTRY SYSTEM

ABSTRACT: With the objective of evaluating the effect of the cultivation of coffee shaded trees on the vegetative growth, coffee production, soil fertility and soil moisture, it was settled an experiment in February of 1995 to November of 1999, in na area of the Federal University of Viçosa, Minas Gerais. The

experimental design used was randomized blocks with 4 replications with the following treatments: full sun coffee tree cultivation (T1); coffee tree intercropped with *Senna macranthera* (T2); coffee tree intercropped with *Senna macranthera* and *Musa* sp. (T3); coffee tree intercropped with *Senna macranthera*, *Musa* sp. and *Zeihera tuberculosa* (T4). These last three with the same density of trees. The analysis and the interpretation of the data revealed that the total foliar area and the rate of relative growth of the total foliar area they were affected for the nutrition and for the shading. The production of coffee in the treatment of full sun was superior to the other treatments, not differing of the treatment with larger diversity of species (T4). As the soil fertility, analyzing the differences among the pairs of years, a smaller saturation of aluminum was observed in the treatments intercropped when compared to the treatment with full sun. In the treatment with larger diversity of species (T4), in the depth of 0 to 10 cm, the water was kept better conserved, resulting in a larger moisture percent after 32 days of dry period.

Key words: *Coffea arabica*, agroforestry systems, shade, soil moisture, saturation of aluminum.

INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea arabica* L. é originária da Etiópia, onde cresce permanentemente sob sombra em habitat de florestas tropicais (KUMAR, 1976). O cultivo do café em diversas regiões do mundo encontra-se estabelecido em regime de sombra. No Brasil, é cultivado comercialmente a pleno sol, entretanto esta prática tem apresentado problemas, como a bienalidade, a eventual superprodução e o conseqüente depauperamento das plantas.

Uma das causas para o êxodo rural na cafeicultura é a oscilação do preço do café e o alto custo dos insumos. Uma alternativa a esses fatores e ainda aos prejuízos ecológicos causados pela monocultura é o cultivo do café em associação com árvores. Neste, o produtor tem outras opções de renda, amenizando o prejuízo econômico causado pelas flutuações no preço do café e podendo também reduzir os riscos de uma perda total da produção, além de distribuir melhor a demanda de mão-de-obra durante o ano, que é desejável na agricultura familiar e que é difícil de ocorrer na monocultura, em que a tendência é concentrar as atividades em períodos específicos. Há também neste sistema uma redução dos custos, pois, à medida que se estabelece a agrofloresta, ele se torna menos dependente de insumos químicos. Diminui também a necessidade de capina, uma vez que, com o sombreamento, a incidência de plantas invasoras é menor (TELLES JÚNIOR, 1991).

Dessa forma, o café, quando cultivado sob sombra, sofre menos estresse, aumentando assim seu tempo de vida útil, além de diminuir os danos fisiológicos comuns à cultura a pleno sol (TELLES JÚNIOR, 1991).

Outra vantagem é que os produtos podem ser classificados comercialmente como orgânicos. Considerando que os alimentos orgânicos atingem melhores cotações no mercado, a produção destes pode representar para o produtor uma alternativa interessante na comercialização.

Os sistemas agroflorestais constituem-se em uma boa opção para os produtores rurais, uma vez que representam um novo enfoque de desenvolvimento rural e uma nova perspectiva de modelo de uso da terra, e não uma simples técnica agrícola ou florestal que objetiva o aumento da produção.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar um sistema de cultivo de café consorciado com árvores com níveis baixos de adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área, da Universidade Federal de Viçosa, situada a 693 m de altitude, 20° 45' sul e 42° 51' oeste. A temperatura média e a precipitação média anuais, no período compreendido entre 1995 e 1999, foram de 21,6°C e 1.188,4 mm, respectivamente.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilo-arenosa, com declividade média de 30% e exposição noroeste.

O experimento foi implantado no dia 23 de fevereiro de 1995, em delineamento de blocos casualizados com 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 parcelas com área de 224 m² cada uma, sendo a área útil de 96 m²/parcela. As mudas de café e das espécies arbóreas foram dispostas da seguinte forma: café em espaçamento de 4 m entre linhas e 2 m entre covas e árvores nas entrelinhas do café, em espaçamento de 4 x 4 m.

Foram estudados quatro tratamentos: café a pleno sol (T1); café com fedegoso (*Senna macranthera* DC. ex Collad. Irwin et Barneby) (T2); café com fedegoso e banana (*Musa sp.*) (T3); e café com fedegoso, banana e ipê-preto (*Zeihera tuberculosa* Bur. ex Verlot) (T4), estes três últimos com a mesma densidade de árvores.

Durante o período experimental foram realizadas capinas no tratamento a pleno sol e ceifa do mato nos demais tratamentos. Em junho de 1997, julho de 1998 e julho de 1999 foram realizadas podas nas árvores, para aumentar a penetração de luz nas plantas de café.

A adubação de instalação e dos anos agrícolas 1995/1996 e 1996/1997 no tratamento a pleno sol foi feita conforme BRASIL IBC (1986), e as dos demais anos agrícolas foram feitas de acordo com a produção esperada (p.e.), segundo MATIELLO (1991). Nos tratamentos consorciados com árvores, a adubação de cobertura iniciou-se no segundo ano de cultivo e foi a quarta parte da adubação recomendada para o tratamento a pleno sol.

A necessidade de calagem foi calculada usando-se a fórmula $NC = Al \times 3 + [3 - (Ca + Mg)]$. Nos tratamentos consorciados com árvores, a calagem realizada foi 2/3 da necessidade de calagem recomendada pelo método do Al^{+3} e $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ trocáveis.

Avaliações

A irradiância foi medida a partir de 1998, utilizando-se o fotômetro (LI-COR, LI-185B). Em 1999 utilizou-se Ceptômetro Sunfleck (Decagon, Delta – T Devius Ltd., Cambridge, UK). A leitura do aparelho foi realizada em nível da copa do cafeeiro, em três pontos previamente determinados, localizando-se na mesma posição em todos os tratamentos.

A área foliar foi determinada nos anos de 1995, 1996, 1997 e 1998 pelo produto do maior comprimento da folha pela sua maior largura e multiplicado pela constante 0,667 (BARROS et al., 1972). A Taxa de Crescimento Relativo da área foliar total foi obtida através da fórmula descrita por FERRI (1985):

$$TCR_{AFT} = \frac{\ln AFT_{1998} - \ln AFT_{1995}}{DIAS}$$

A produção foi medida na ocasião da colheita nos anos de 1998 e 1999. Os grãos de café foram pesados, em balança de precisão, obtendo-se assim, para cada parcela, o peso da massa fresca total.

Nos anos de 1995, 1996, 1997, 1998 e 1999 foram retiradas, ao acaso, amostras compostas de solo, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm, para análise química.

Para medir a umidade do solo foram retiradas amostras às profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm. As amostras foram encaminhadas ao laboratório e a massa úmida delas mensurada em balança de precisão, sendo posteriormente colocadas em estufa a 105°C até peso constante. Através do peso da massa seca foi determinada a umidade à base de peso.

Análise Estatística

A análise estatística do experimento foi realizada com o apoio do programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), da Central de Processamento de Dados da UFV. Independentemente de a interação ser ou não significativa, optou-se pelo estudo do seu desdobramento. As médias foram comparadas utilizando-se o teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A retenção da umidade do solo foi analisada segundo um esquema de parcela subdividida, tendo nas parcelas os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e nas subparcelas os dias após o início do período seco dos dias amostrados (1, 7, 18, 25 e 32), que correspondem aos dias 3, 9, 20 e 27 de agosto e 3 de setembro de 1999, respectivamente. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Irradiância

Os tratamentos 2 e 3 receberam 34 a 37% menos luz que o tratamento 1, enquanto o tratamento 4 recebeu 18 a 26% menos luz que o tratamento 1, o que evidencia a maior eficiência do fedegoso e da bananeira no sombreamento do cafeeiro, em relação ao ipê-preto.

Crescimento Vegetativo

A área foliar total das plantas de café foi aumentando com a idade (Quadro 1). Os resultados dos anos de 1995 e 1996 refletem o lento crescimento inicial do cafeeiro e a ausência de efeito de tratamento, uma vez que as árvores ainda não haviam se desenvolvido o suficiente. A partir de 1997, quando as árvores começaram a apresentar altura superior à do café, o sombreamento passou a exercer influência negativa sobre a área foliar total do cafeeiro, bem como sobre a da Taxa de Crescimento Relativo da área foliar total, com o tratamento a pleno sol, em 1998, já apresentando a maior área foliar total e maior Taxa de Crescimento Relativo da área foliar total (Quadro 1). Admitindo-se que plantas desenvolvidas sob sombra emitem folhas maiores, as plantas dos tratamentos sombreados teriam área foliar superior às do tratamento a pleno sol. Entretanto, a razão de a área foliar total dos tratamentos consorciados ter sido menor (Quadro 1) deve-se ao maior número de folhas apresentado pelas plantas a pleno sol. Outro fator que pode ter influenciado a maior área foliar do tratamento a pleno sol foi a maior quantidade de fertilizantes aplicados, comparativamente aos demais tratamentos.

Quadro 1 - Área foliar total de cafeeiro a pleno sol e em consórcio nos anos de 1995, 1996, 1997 e 1998 e Taxa de Crescimento Relativo (TCR) da área foliar total ($\text{cm}^2/\text{cm}^2/\text{dia}$) de cafeeiros a pleno sol e em consórcio entre os anos de 1995 e 1998

TRATAMENTOS	ÁREA FOLIAR TOTAL (m^2/Planta)				TCR ($\text{cm}^2/\text{cm}^2/\text{dia}$)
	1995	1996	1997	1998	
Café (T1)	0,102 a	0,378 a	2,075 a	6,815 a	0,0030 a
Café e Fedegoso (T2)	0,120 a	0,305 a	1,545 a	3,769 ab	0,0023 ab
Café, Fedegoso e Banana (T3)	0,108 a	0,275 a	1,316 a	2,288 b	0,0021 b
Café, Fedegoso, Banana e Ipê-preto (T4)	0,154 a	0,463 a	1,615 a	5,432 ab	0,0024 ab
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	27,94	53,37	38,41	35,06	11,99

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Produção

A produção e a produtividade obtidas em todos os tratamentos foram baixas nas primeiras colheitas (Quadro 2). No ano de 1998, a produção foi bastante incipiente e irregular, havendo pequeno número de frutos em algumas plantas.

Para o tratamento 1, a baixa produtividade obtida pode ser atribuída principalmente ao espaçamento utilizado entre os cafeeiros (4 x 2m), que resultou em baixa densidade de plantas. GUIMARÃES et al. (1999) indicam produtividade média de 20 a 30 sacas para *stands* ao redor de 2.500 plantas/ha. No presente trabalho o *stand* foi de 1.250 plantas/ha, o que justifica em parte a produtividade de 10,2 sc/ha. A nutrição também foi responsável pela baixa produtividade. As maiores produção e produtividade (Quadro 2) apresentadas pelo café a pleno sol estão relacionadas, portanto, à maior quantidade de adubo que recebeu e à maior incidência de luz, relativamente aos tratamentos consorciados; já que a diferenciação floral do café a pleno sol é maior (CASTILLO e LÓPEZ, 1966; CANNELL, 1976).

Para os tratamentos consorciados, a baixa produtividade está associada aos níveis de adubação empregados e à quantidade de luz recebida. Embora a produtividade dos tratamentos tenha sido muito baixa, os tratamentos que conferiram maior irradiância (tratamento a pleno sol e tratamento em que o café esteve consorciado com fedegoso, banana e ipê-preto) resultaram em maior produtividade de café (Quadro 2).

Quadro 2 - Valores médios dos tratamentos para produção de café da roça (kg/parcela útil) nos anos de 1998 e 1999 e produção acumulada (sc. ben/ha)

TRATAMENTOS	PRODUÇÃO MÉDIA (kg/12 plantas)		PRODUÇÃO(sc. ben/ha)
	ANO 1998	ANO 1999	ANO 1998 + ANO 1999
Café (T1)	4,075 a	19,489 a	10,2 a
Café e Fedegoso (T2)	0,318 a	3,401 b	1,6 b
Café, Fedegoso e Banana (T3)	0,993 a	3,290 b	1,9 b
Café, Fedegoso, Banana e Ipê-preto (T4)	1,084 a	5,757 ab	3,0 ab
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	25,01	6,67	7,10

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Características Químicas do Solo

Ao longo do tempo, do plantio até o ano de 1999 observou-se que na camada de 5-10 cm a diferença na saturação de alumínio ao início e ao final do período para o tratamento 4 (café, fedegoso, banana e ipê-preto) foi maior que no tratamento 1 (café a pleno sol). No tratamento 4, a saturação era de 29,23% ao início do experimento e, ao final, de apenas 3,95%. Para o tratamento 1, a saturação inicial de 29,23% elevou-se a 32,10%, apesar das maiores quantidades de calcário empregadas.

Considerando que os tratamentos consorciados receberam 2/3 da quantidade recomendada de calcário para correção da acidez do solo, é provável que nestes tratamentos possam ter ocorrido reações de

complexação do Al^{+3} com compostos orgânicos (adsorção superficial, quelatação) presentes em maiores proporções nos tratamentos consorciados. FREITAS et al. (2000), estudando a dinâmica da matéria orgânica nessa mesma área, em amostras de solo retiradas nas profundidades de 0 a 5 cm e 5 a 20 cm, observaram que o teor de carbono orgânico na camada subsuperficial dos tratamentos consorciados foi superior ao do tratamento a pleno sol e que, dentre os tratamentos consorciados, o que apresentou maior teor foi o tratamento 4.

Umidade do Solo

Observou-se que, no início do período seco, os tratamentos com maior diversidade apresentaram maior quantidade de água na profundidade de 0-5 cm, comparativamente ao tratamento a pleno sol (Figura 1). Isso ocorreu, provavelmente, devido à maior adição de matéria orgânica em decorrência das podas e quedas das folhas das árvores. Este material orgânico não decomposto sobre a superfície do solo, aliado às árvores do consórcio, pode ter atuado protegendo-o contra a incidência direta dos raios solares e dos ventos, além de restringir o escoamento superficial da água e “quebrar” a continuidade dos poros, importantes fatores na perda de água por evaporação. Outros efeitos da matéria orgânica no solo também podem ter contribuído para o fato observado como, por exemplo, sua absorção de água até oito vezes maior que a matriz mineral do solo (KIEHL, 1985), seu efeito na estruturação do solo (JARAMILLO e CHAVES, 1999), entre outros. Os supracitados efeitos do material orgânico podem ser visualizados na Figura 1, onde se verifica que o tratamento a pleno sol iniciou o período seco com menos água, comparativamente aos tratamentos consorciados.

Por outro lado, os sistemas agroflorestais também possuem como característica o controle da erosão hídrica, pois reduzem o impacto da gota de chuva, aumentam a infiltração de água e mantêm mais estável o teor de matéria orgânica do solo. Isso foi comprovado por FRANCO (2000), que, trabalhando na mesma área experimental, verificou que a perda de solo no tratamento a pleno sol foi superior àquela dos tratamentos consorciados, encontrando 22183,9; 214,5; 423,1; e 419,6 kg/ha/ano para os tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

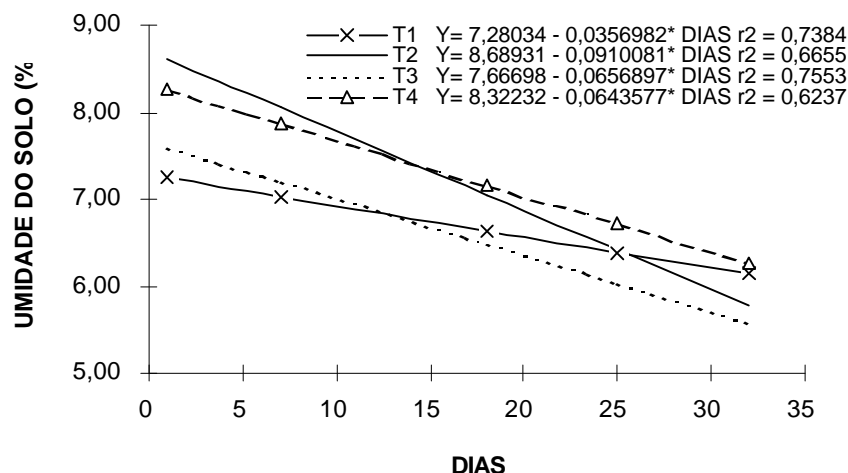


Figura 1 - Percentagem de umidade do solo na profundidade de 0-5 cm, por tratamento, em função dos dias após o início do período seco.

* t significativo a 5% de probabilidade.

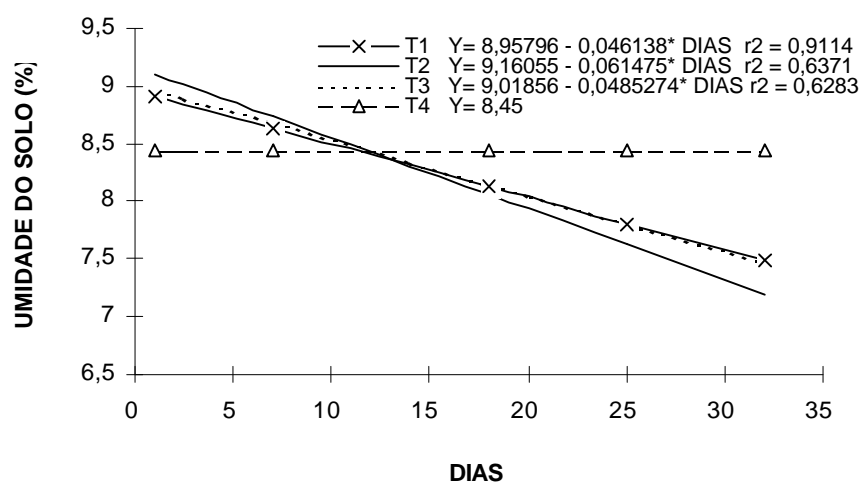


Figura 2 - Percentagem de umidade do solo na profundidade de 5-10 cm, por tratamento, em função dos dias após o início do período seco.

* t significativo a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados apresentados neste trabalho, pode-se concluir que:

- O fedegoso e a bananeira são mais eficientes no sombreamento do cafeeiro, em relação ao ipê-preto.
- Os cafeeiros do tratamento a pleno sol obtiveram maior área foliar total, maior taxa de crescimento relativo da área foliar total e maior produtividade que os dos tratamentos consorciados, em razão do melhor estado nutricional e da maior incidência de luz recebida por este.

- Dentre os tratamentos consorciados com árvores, o tratamento café, fedegoso, banana e ipê-preto (T4) obteve a melhor produção, devido à maior incidência de luz recebida.
- No decorrer do período experimental, a saturação de alumínio ao tratamento a pleno sol aumentou, enquanto nos tratamentos consorciados diminuiu, mesmo estes recebendo 2/3 da calagem aplicada no tratamento a pleno sol.
- A água, no tratamento café, fedegoso, banana e ipê-preto (T4), na profundidade de 0 a 10 cm, foi melhor utilizada que no sistema a pleno sol, resultando em maior teor de umidade após 32 dias de período seco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, R. S. **Influência dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café (*Coffea arabica* L.)**. 1972. 52f.. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Curso de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BRASIL. IBC. **Cultura de café no Brasil: pequeno manual de recomendações**. Rio de Janeiro: IBC, 1986. 214p.
- CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. **Kenya Coffee**, Nairobi, v.41, n.484, Jul., 1976, p.245-253, 1976.
- CASTILLO, Z. J., LÓPEZ, R. A. Nota sobre el efecto de la intensidad de la luz en la floracion del cafeto. **Cenicafé**, Chinchiná, v.17, p.51-60, 1966.
- FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal 1**. 2. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1985. 362p.
- FRANCO, F. S. **Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2000. 148f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- FREITAS, H.R. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas agroflorestais: caracterização da matéria orgânica do solo**. Relatório de iniciação científica PIBIC/CNPq. Viçosa, 2000.
- GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ V., V .H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E. MALAVOLTA, E.; CORREA, J. B.; LOPES, A. S.; NOQUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (eds). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 359p.
- JARAMILLO, R. A.; CHÁVES, C. B. Aspectos hidrológicos en un bosque y en plantaciones de café (*Coffea arabica* L.) al sol y bajo sombra. **Cenicafé**, Chinchiná, abr-jun, 1999, v.50, n.2, p.97-105, 1999.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KUMAR, D. Some aspects of the physiology of *Coffea arabica* L: a review. **Kenya Coffee**, Nairobi, v.44, p.9-47, 1976.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320p. (Coleção do agricultor: grãos).

TELLES JÚNIOR, A. Q. **O cheiro do mato: sombreamento do cafeeiro**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1991. 26 p.