

QUALIDADE DOS GRÃOS DO CAFEIRO (*Coffea arabica* L.) PRODUZIDOS SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E PARCELAMENTOS DE ADUBAÇÃO¹

Wagner Martins da Cunha Vilella

Manoel Alves de Faria

*Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras,
Lavras, MG. CP 37, CEP 37200-000. E-mail: wvilella@ufla.br*

1 RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação via água de irrigação sobre a qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, em experimento localizado no campus da UFLA em Lavras, MG. Utilizando irrigação por gotejamento, foram testadas 5 lâminas de irrigação e 3 parcelamentos de adubação. Nas duas primeiras safras (1998/1999 e 1999/2000) foram determinadas: a qualidade da bebida do café pelos métodos químico e sensorial, além da classificação por peneiras. A qualidade da bebida determinada através da análise sensorial classificou todas as amostras como bebida “dura”, mostrando não haver diferenças entre os tratamentos utilizados. Já a análise química não apresentou nenhuma tendência clara diferenciando os diversos tratamentos utilizados, sendo todas as amostras classificadas como de bebida “dura” ou “apenas mole”. A separação por peneiras apresentou elevada porcentagem de grãos maiores (peneiras 16 e acima) nos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado, indicando haver melhor formação dos frutos nestes tratamentos. Com os resultados obtidos concluiu-se que: 1) as diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos da adubação não influenciaram a qualidade da bebida do café produzido; 2) a irrigação proporcionou aumento dos grãos do café beneficiado.

UNITERMOS: Café, irrigação, adubação, qualidade.

VILELLA, W.M.C., FARIA, M.A. QUALITY OF COFFEE BEANS (*Coffea arabica* L.) PRODUCED UNDER DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS AND FERTILIZATION SPLITTINGS

2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the application effects of different irrigation depths and fertilization splittings via irrigation water on coffee bean quality (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474 in an experiment located on UFLA campus in Lavras, MG, Brazil. Through drip irrigation, 5 irrigation depths and three fertilization splittings were tested. In the first two crops (1998/1999 and 1999/2000)

¹ Trabalho financiado pela EMBRAPA (PNP & D/Café) e FAPEMIG

¹ Extraído da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à UFLA

the quality of coffee beverage through chemical and sensorial method, as well as the classification through sieves were determined. The beverage quality determined through sensorial analysis classified all the samples as “hard” beverage, showing no differences among applied treatments. The chemical analysis didn’t present any clear tendency distinguishing the distinct applied treatments, leading all the samples to be classified as “hard” or “only soft” beverage. The separation through sieves presented high percentage of bigger beans (sieves 16 and above) in the irrigated treatments in relation to the non-irrigated one, indicating that there is fruit better formation in these treatments. According to the obtained results the conclusions were as follows: 1) the different irrigation depths and fertilization splittings didn’t influence the coffee beverage quality; 2) the irrigation provided an increase in the processed coffee beans.

KEYWORDS: Coffee, irrigation, fertilization, quality.

3 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a utilização de sistemas de irrigação em cafezais brasileiros é cada vez mais freqüente. Uma preocupação constante de grande parte dos cafeicultores que utilizam a irrigação é o receio de que a mesma possa prejudicar a qualidade do café produzido, principalmente no que tange à qualidade da bebida. Os argumentos para tal receio são de que o aumento da umidade, provocado pela irrigação, pode facilitar a fermentação dos frutos, tanto do chão quanto da planta.

Os cafeicultores brasileiros, no passado, pouco se preocuparam em produzir um café com qualidade superior, permitindo que seus maiores competidores internacionais, que já se preocupavam com essa característica, ganhassem terreno no mercado internacional. Hoje, um claro exemplo da preocupação dos cafeicultores brasileiros com a qualidade do café produzido são os concursos de cafés finos e a criação dos cafés de “marca”, identificando os cafés oriundos de cada região produtora. Cita-se como exemplo o Programa CERTICAFÉ, do Governo do Estado de Minas Gerais.

De acordo com Malavolta (2000), a qualidade do café refere-se ao conjunto de características organolépticas do grão ou da bebida que lhe imprimem valor comercial.

A qualidade do café é medida, no Brasil, em função de duas classificações: uma que se baseia nas características físicas (tipo), por meio de seu aspecto e pureza, e outra pelo aroma da bebida. A classificação pelo aroma da

bebida, considerada mais importante, se refere às características organolépticas dos grãos de café produzidos (CARVALHO et al., 1994).

A classificação por tipo é feita segundo a Tabela Oficial Brasileira de Classificação do Instituto Brasileiro do Café (1977), constando-se o número de defeitos (grãos pretos, quebrados, pedras, paus, etc.); por intermédio da soma do número de defeitos e do uso da Tabela citada acima, chega-se ao tipo. A importância da classificação dos grãos de café por tipo é muito relativa, pois, atualmente, as modernas máquinas de beneficiamento e rebeneficiamento permitem que todas as impurezas e grãos deteriorados sejam eliminados (CARVALHO et al., 1994).

A classificação pela bebida, ou prova-de-xícara, surgiu no Brasil no início do século XX e foi adotada pela Bolsa Oficial de Café e Mercadorias de Santos a partir de 1917, pouco depois de sua instalação em 1914. No entanto, até hoje não se estabeleceu um critério uniforme para sua realização, já que os resultados da prova-de-xícara variam de acordo com a entidade na qual é realizada. A prova-de-xícara é uma avaliação feita pelos degustadores em razão, principalmente, dos sentidos do gosto, olfato e do tato (LEITE & SILVA, 2000).

Na prova-de-xícara o café é separado em diferentes padrões de qualidade, classificando-se a bebida como: Mole; Estritamente Mole; Apenas Mole; Duro; Riado, Rio e Rio Zona (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1986).

O uso da prova sensorial, tanto na classificação de vinhos como na classificação

da bebida do café têm sido satisfatórias para fins de comercialização, muito embora se observe, na maioria das vezes, que a “prova-de-xícara” tem considerado a “bebida dura” como valorização máxima do café (CHAGAS & COSTA, 1996).

Alguns autores (CARVALHO et al., 1994; CHAGAS et al., 1996 e CHAGAS & COSTA 1996), principalmente em Minas Gerais, utilizaram a análise da qualidade da bebida pelo método químico (atividade da polifenoloxidase) para complementar a classificação estabelecida pela prova-de-xícara.

Na classificação por peneiras, as favas são quantificadas segundo as dimensões dos crivos das peneiras oficiais que as retêm, indicando seus tamanhos. Essas são designadas por números, os quais são divididos por 64 fornecendo a indicação do tamanho dos furos, expresso em frações de polegadas. Há crivos redondos para medição dos cafés chatos (indicados numeração simples, por exemplo: 19, 17, 16, 15 e 14) e crivos alongados, colocados intercaladamente aos arredondados, para os mocas (indicados com numeração acompanhada da letra M, por exemplo: 12M, 11M, 10M, 9M e 8M).

Do ponto de vista técnico é de suma importância a separação por peneiras, pois permite a seleção das favas, de acordo com seu tamanho, em grupos possíveis de uma torração mais uniforme, já que na torração de uma “bica corrida”, as favas graúdas ficam apenas tostadas, enquanto as miúdas já podem estar carbonizadas (LEITE & SILVA, 2000).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação sobre a qualidade dos grãos de café produzidos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental e cultura

O experimento foi instalado em março de 1997 na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG (21°45'S,

45°00'W, 918m). Foram utilizadas plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar “Acaia Cerrado” (MG-1474) espaçadas de 3,0 x 0,60m, ocupando uma área total de 0,24ha. O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho Escuro distrófico. Foram feitas análises para caracterização físico-hídrica do solo.

4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Cada parcela era composta por vinte e quatro plantas úteis, onde foram utilizados os tratamentos de manejo da irrigação, os quais foram: uma parcela testemunha (sem irrigação, L₀) e quatro lâminas de irrigação resultantes da multiplicação da evaporação do tanque Classe A pelos fatores 1,0 (L₁); 0,8 (L₂); 0,6 (L₃); e 0,4 (L₄), aplicados nas áreas efetivamente irrigadas.

As subparcelas, compostas por oito plantas úteis cada, receberam os tratamentos de N e K, via água de irrigação, correspondentes a três, seis e nove parcelamentos de adubação, recomendada com base nas análises químicas do solo, na época tradicional de aplicação (outubro a março), utilizando-se como base as recomendações da Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais (1989; 1999).

4.3 Sistema e manejo da irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, utilizando-se gotejadores com vazão nominal de 3,78 l.h⁻¹ espaçados de 0,40m. O manejo da irrigação foi feito a partir dos dados de evaporação do tanque Classe A (ECA), coletados juntamente com os dados de precipitação, obtidos diariamente junto à Estação Climatológica da UFLA, a qual era distante aproximadamente 100m do local do experimento.

Os tratamentos irrigados receberam água durante o ano todo, sempre que se observava a necessidade de reposição de água (momento de irrigar).

A evaporação do tanque Classe A (ECA) relativa à evapotranspiração máxima da cultura, correspondente ao momento de irrigar, foi estabelecida a partir dos dados da Curva de Retenção de Água no Solo (θ_{CC} e θ_{PMP} , correspondentes às tensões de 10kPa e 1500kPa, respectivamente) e de parâmetros relacionados às exigências hídricas da cultura do café sugeridos por Santinato et al. (1996). Os parâmetros são os seguintes:

- $DRA = 0,5 * DTA$
- Kc , para o 1º ano da cultura = 0,8;
- Kc , para o 2º e 3º ano da cultura = 1,0;

Nos dois primeiros anos utilizou-se uma média dos coeficientes deste período, trabalhando com $Kc = 0,9$, a partir do terceiro ano o valor do Kc foi alterado para 1,0.

Outros dados utilizados para a determinação do momento de irrigar foram o coeficiente do tanque $Kt = 0,75$ (BERNARDO, 1989) e a profundidade do sistema radicular $z = 0,40m$, considerando que a maior densidade das raízes absorventes do cafeeiro se apresenta nos primeiros 30cm de solo, segundo afirmaram Franco & Inforzato (1964), citados Malavolta (1993).

A seguir, descreve-se a seqüência de cálculos utilizada na determinação da ECA_{irrig} , como definição do momento de irrigar:

$$DTA = (\theta_{cc} - \theta_{PMP}) * z \quad (1)$$

em que: DTA = disponibilidade total de água no solo, mm;

θ_{CC} = umidade do solo (base volume) na capacidade de campo, $cm^3.cm^{-3}$;

θ_{PMP} = umidade do solo (base volume) no ponto de murcha permanente, $cm^3.cm^{-3}$;

z = profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, mm.

$$DRA = 0,5 * DTA \quad (2)$$

em que: DRA = disponibilidade real de água no solo, mm.

$$DRA = ET_{max} \quad (3)$$

em que: ET_{max} = evapotranspiração máxima da cultura, mm.

$$ET_{max} = ECA_{irrig} * Kc * Kt \quad (4)$$

em que: ECA_{irrig} = evaporação do tanque Classe A, correspondente ao momento de irrigar, mm;

Kc = coeficiente da cultura, adimensional;

Kt = coeficiente do tanque, adimensional.

$$ECA_{irrig} = ET_{max} / (Kc * Kt) \quad (5)$$

$$ECA_{acum} = \sum_{i=1}^n (ECA - P) \quad (6)$$

em que: ECA_{acum} = evaporação do tanque Classe A acumulada, mm;

ECA = evaporação do tanque Classe A diária, mm;

P = precipitação diária, mm.

Utilizando as equações 2 a 5, calculou-se a ECA_{irrig} , correspondente ao momento de irrigar, de 45mm para os dois primeiros anos e de 40mm do terceiro em diante. Desta forma, quando o somatório de $(ECA - P)$ diários, eq. 6, atingisse estes valores, eram efetuadas as irrigações. Realizada a irrigação, o valor da ECA_{acum} retornava a zero, reiniciando o somatório.

4.4 Fertirrigação

As aplicações de nitrogênio e potássio nas parcelas irrigadas foram feitas através do sistema de irrigação, utilizando uma bomba injetora de fertilizantes, que promovia a sucção da solução (água e fertilizante) do reservatório em que era feita a mistura. Seu mecanismo é acionado por meio de diferencial de pressão entre a entrada e saída do sistema injetor.

Foram utilizados como fonte de N e K, respectivamente, uréia e cloreto de potássio branco.

Para a determinação das dosagens de fertilizantes a serem utilizadas em toda a lavoura experimental, foi feita uma média, entre os tratamentos, das recomendações apontadas pelas análises químicas do solo e das folhas, considerando-se a carga pendente de frutos nos cafeeiros. Estas determinações foram feitas com auxílio de pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG/CTSM). O parcelamento das aplicações foi feito de acordo com o delineamento experimental proposto.

4.5 Colheita e secagem do café

A colheita, utilizando derriça manual no pano, foi realizada escalonadamente, sempre que a percentagem de frutos verdes atingia valores entre 10 e 15%. Após a colheita foram retiradas, de cada subparcela, amostras para secagem e posterior beneficiamento.

As amostras colhidas foram expostas diariamente ao sol, sobre bancadas de ripas de madeira, até que estivessem secas o suficiente para serem beneficiadas (entre 11 e 13% de umidade). Durante o período de exposição ao sol, as amostras foram reviradas no mínimo oito vezes ao dia, para que a secagem ocorresse de forma homogênea.

4.6 Determinação da qualidade do café

Para que fosse determinada a qualidade dos grãos colhidos, foram feitas análises da qualidade da bebida do café pelos métodos químico e “prova-de-xícara”, além da classificação por peneiras.

A classificação por tipo foi descartada porque durante a separação e manuseio das amostras, antes e após a secagem, foram eliminadas praticamente todas as impurezas

encontradas, descaracterizando o objetivo desta avaliação.

As análises da bebida do café foram realizadas pelos técnicos do Laboratório de Qualidade do Café “Dr. Alcides Carvalho”, da Fazenda Experimental da EPAMIG, em Lavras-MG. Para efetuar a classificação por peneiras, retirou-se, de cada amostra beneficiada, cerca de 300g, as quais foram passadas pelas seguintes peneiras, em ordem: 19; 12M; 18; 11M; 16; 10M; 15; 9M; 14; 8M e fundo. Para cada amostra, foram feitas três repetições, obtendo-se o percentual médio retido em cada peneira.

Após a classificação por peneiras os percentuais foram separados em: peneiras 16 e acima; peneiras abaixo de 16 e mocas. Esta separação foi utilizada por ser normalmente utilizada pelas empresas classificadoras de café.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Dotação hídrica

Durante o período de condução do experimento os tratamentos irrigados receberam sessenta e quatro irrigações distribuídas nas diferentes épocas do ano.

A Tabela 1 apresenta as lâminas acumuladas aplicadas ao experimento desde o início dos tratamentos. No total (irrigação e chuva), o tratamento L₁ recebeu uma lâmina 67,62% superior à recebida pelo tratamento L₀; L₂ recebeu 55,68%; L₃, 43,73% e L₄, 31,79%.

As altas taxas de aplicação de água por meio da irrigação apresentadas na Tabela 1 são explicadas pelo fato de terem sido realizadas irrigações sempre que se verificou o momento de irrigar, independente da época do ano, o que não é comum na maioria das lavouras de café irrigadas no Brasil.

Tabela 1. Lâminas aplicadas por irrigação em cada tratamento (L_{aplic.}), lâminas acumuladas no período de condução (L_{acum.}), lâminas aplicadas decorrentes das fertirrigações (L_{fertir.}), precipitação acumulada no período de condução (P_{acum.}) e lâmina total aplicada (L_{total}).

Tratam.	L _{acum.} (mm)	L _{fertir.} (mm)	L _{acum.} + L _{fertir.} (mm)	P _{acum.} (mm)	L _{total} (mm)
---------	----------------------------	------------------------------	---	----------------------------	----------------------------

L ₀	0,0	0,0	0,0	4437,31	4437,31
L ₁	2650,0	350,6	3000,6	4437,31	7437,91
L ₂	2120,0	350,6	2470,6	4437,31	6907,91
L ₃	1590,0	350,6	1940,6	4437,31	6377,91
L ₄	1060,0	350,6	1410,6	4437,31	5847,91

Na Tabela 2 são mostrados os resultados das análises da qualidade da bebida do café feitas pelos métodos químico (polifenoxidase) e sensorial (prova de xícara), correspondentes às safras de 1998/1999 e 1999/2000.

Na análise sensorial pela prova-de-xícara, apresentada na Tabela 2, observa-se que

nas duas safras colhidas não houve variação entre os tratamentos utilizados, referente à qualidade da bebida, sendo o café proveniente de todos os tratamentos classificado como bebida “dura”.

Tabela 2. Resultado das análises de qualidade da bebida do café colhido nas safras de 1998/1999 e 1999/2000, pelos métodos químico e prova de xícara, em função das lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação, aplicados ao cafeeiro Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2002.

Lâmina de irrigação	Parcelamentos de adubação	BEBIDA			
		SAFRA 98/99		SAFRA 99/00	
		Método químico	Prova de xícara	Método químico	Prova de xícara
L ₀	3	am	dura	am	dura
	6	dura	dura	dura	dura
	9	dura	dura	dura	dura
L ₁	3	dura	dura	dura	dura
	6	dura	dura	dura	dura
	9	am	dura	dura	dura
L ₂	3	dura	dura	dura	dura
	6	am	dura	dura	dura
	9	dura	dura	am	dura
L ₃	3	dura	dura	dura	dura
	6	am	dura	dura	dura
	9	am	dura	am	dura
L ₄	3	am	dura	dura	dura
	6	dura	dura	dura	dura
	9	am	dura	dura	dura

Obs.: am = apenas mole; L₁ = 100%ECA; L₂ = 80%ECA; L₃ = 60%ECA; L₄ = 40%ECA; L₀ = 0%ECA.

Os resultados apresentados nos dois anos de avaliação confirmam as afirmações de Chagas & Costa (1996), que já criticavam o fato de, normalmente, os melhores cafés serem

selecionados como no máximo bebida “dura” nas análises feitas através da prova-de-xícara.

Para que houvesse um melhor refinamento na análise da qualidade da bebida do café, foram feitas análises químicas

(polifenoloxidase), nas quais bebida de alguns tratamentos apresentaram melhores padrões de qualidade. Porém, o que se observa na Tabela 2 é a inexistência de uma tendência clara, do parâmetro qualidade da bebida, diferenciando os diversos tratamentos utilizados.

O que se pode verificar comparando as análises químicas das duas safras é uma ligeira perda de qualidade da bebida nos tratamentos irrigados, na safra 1999/2000, comparativamente à safra anterior, provavelmente provocada pelo maior número

de floradas ocorridas nestes tratamentos, nesta safra.

Na Tabela 3 são apresentadas as porcentagens da distribuição em peneiras dos grãos beneficiados nas safras 1998/1999 e 1999/2000, referentes aos tratamentos de lâmina de irrigação.

Com base na Tabela 3, principalmente na última safra, pode-se verificar uma maior porcentagem de grãos maiores (peneira 16 e acima) nos tratamentos irrigados, em relação ao não irrigado, indicando maior formação dos grãos de café nestes tratamentos.

Tabela 3. Porcentagens médias da distribuição em peneiras, dos grão de café beneficiados provenientes das safras 1998/1999 e 1999/2000, relativas aos tratamentos de diferentes lâminas de irrigação aplicadas ao cafeeiro Acaia MG-1474, UFLA, Lavras, 2002.

Lâminas de Irrigação	Safr 98/99			Safr 99/00		
	P16 e acima (%)	Abaixo de P16 (%)	Mocas (%)	P16 e acima (%)	Abaixo de P16 (%)	Mocas (%)
L ₀	75,92	24,08	18,13	71,05	28,95	22,08
L ₁	82,97	17,03	12,22	86,59	13,07	13,02
L ₂	77,68	22,32	13,09	84,96	15,04	22,14
L ₃	81,84	18,16	14,79	84,53	15,47	11,44
L ₄	72,91	27,09	14,04	85,28	14,72	14,38

Obs.: P16 = peneira 16; L₀ = 0%ECA; L₁ = 100%ECA; L₂ = 80%ECA; L₃ = 60%ECA; L₄ = 40%ECA.

A elevada porcentagem de grãos “moca” referente ao tratamento L₂ na safra 1999/2000 (Tabela 3), ocasionada pela fecundação de apenas um óvulo, ocorreu possivelmente devido à deficiência de boro verificada no referido tratamento no ano anterior, pois segundo, Malavolta (1993), o boro é essencial na germinação do tubo polínico.

Na Tabela 3 é possível observar que o tratamento L₁, com 100% de reposição da ECA, apresentou nas duas safras consecutivas o maior percentual de grão retidos nas peneiras 16 e acima desta, mostrando a melhor formação dos grãos entre todos os tratamentos.

6 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi conduzido este trabalho, foi possível concluir que os diferentes tratamentos de irrigação e parcelamentos de adubação utilizados não influenciaram na qualidade da bebida do café produzido, e que a irrigação proporcionou um aumento do tamanho dos grãos do café beneficiado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 5. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1989. 596 p.

- CARVALHO, V.D. de et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, 1994.
- CHAGAS, S.J. de R.; CARVALHO, V.D. de; COSTA, L. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 8, p. 555-561, 1996.
- CHAGAS, S.J. de R.; COSTA, L. Análise da qualidade da bebida do café pelo método químico e pela "prova de xícara". **Circular Técnica da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais**, n. 68, p. 1-2, 1996.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4^a** aproximação. Lavras, 1989. 159 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a** aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura de café no Brasil: pequeno manual de recomendações**. Rio de Janeiro, 1986. 214 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. 2. ed. Rio de Janeiro: 1977. p. 36
- LEITE, C.A.M.; SILVA, O.M. da. Demanda de cafés especiais. In: ZAMBOLIM, L. **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 51-74.
- MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil: agronomia, agricultura e comercialização**. São Paulo: Ceres, 2000. 464 p.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas máximas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210 p.
- SANTINATO, R. et al. **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore, 1996. 146 p.