

# QUALIDADE DO CAFÉ ARBORIZADO E A PLENO SOL, EM MANEJO PÓS-COLHEITA NO SUDOESTE DA BAHIA

Antonio Jackson de Jesus Souza<sup>1</sup>, Sylvana Naomi Matsumoto<sup>2</sup>,  
Marcelo Ribeiro Malta<sup>3</sup>, Rubens José Guimarães<sup>4</sup>

(Recebido: 10 de setembro de 2011; aceito: 21 de junho de 2012)

**RESUMO:** Para caracterizar aspectos relacionados à qualidade química e física do café arábica, cultivado sob arborização e a pleno sol, com manejo pós-colheita por via úmida e seca, foi desenvolvido o presente estudo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 2 (duas formas de cultivo – a pleno sol e arborizado com grevilea e de duas formas de processamento – via seca e via úmida), constituídos de cinco blocos, totalizando 20 parcelas. A parcela foi composta, após colheita e manejo pós-colheita, por volume de 10 litros de frutos de acordo com o tratamento. Na colheita, para cada forma de cultivo, foi avaliado a massa úmida, seca e teor de umidade em 100 frutos. Na pós secagem foi determinada a massa seca do café e massa do café beneficiado. Para a determinação da qualidade do café foram realizadas análises físicas e químicas. Observou-se efeito da interação manejo pós-colheita e sistema de cultivo, nas características massa úmida e massa seca de café, rendimento do café e acidez titulável total. O processamento por via úmida incrementa o rendimento do fruto e a massa do café beneficiado. Cafés arborizados apresentam menor número de defeitos, maiores teor de açúcares não redutores e açúcares totais. A associação de árvores aos cafezais contribui para melhorar os aspectos físicos e químicos dos grãos. A utilização do manejo pós-colheita por via úmida, melhora a qualidade física do café.

**Termos para indexação:** Arborização, cultivo, *Coffea arabica*.

## QUALITY OF SHADED AND UNSHADED COFFEE, IN POST-HARVEST MANAGEMENT IN SOUTHWESTERN BAHIA

**ABSTRACT:** This study was developed to characterize aspects related to the physical and chemical quality of Arabica coffee grown under shading and full sun with wet and dry post-harvest management. The experimental design was a randomized block in factorial 2 x 2 (two forms of farming - full sun and wooded with grevillea and processing two forms - dry and wet), consisting of five blocks, totaling 20 plots. Plots were, after collection and management post-harvest by volume of 10 liters of the fruit according to treatment. At harvest, for each form of cultivation, the mass, wet mass, drought mass and moisture content of 100 fruits. Was determined after drying the dry mass coffee and mass of coffee. To determine the quality of coffee was analyzed for physical and chemical properties. There was a significant interaction between postharvest management and characteristics of the coffee plantations in wet weight and dry weight of coffee, coffee yields and total titratable acidity. The wet processing increases the yield of the fruit and the mass of coffee. Coffee wooded have fewer defects, higher percentage of coffee retained in the sieve 17 above and a higher concentration of non-reducing sugars and total sugars. The association of coffee trees to contribute to improved physical and chemical aspects of the grains. The use of wet postharvest management, improves the physical quality of the coffee.

**Index terms:** Shading, culture, *Coffea arabica*.

## 1 INTRODUÇÃO

A arborização é uma técnica muito utilizada para a proteção de cafezais, contra as adversidades climáticas (CAMARGO, 1998). A interação do componente arbóreo ou arbustivo com os fatores bióticos e abióticos condiciona um microclima favorável, durante as fases juvenis e produtivas do cafeeiro, podendo amenizar os efeitos de estresses relacionados à exposição de maior incidência de radiação, bem como da temperatura, em cultivo a pleno sol (MATSUMOTO; VIANA, 2004). Fatores como a maior relação entre área foliar

e número de frutos por planta, aliados ao maior período de desenvolvimento do fruto, permitem frutos de maior tamanho (VAAST et al., 2006). Araújo et al. (2007) observaram maior tamanho e peso dos frutos provenientes de cafeeiros arborizados em relação aos conduzidos a pleno sol, resultando assim, maior volume de café beneficiado. Essa característica deve-se, em parte, ao menor grau de abscisão dos frutos em cafeeiros arborizados, promovendo um maior volume de café colhido (LIMA et al., 2007).

A qualidade do café está diretamente relacionada ao tipo de preparo pós-colheita. Os

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Setor de Cafeicultura - Cx. P. 3037- 37200-000 - Lavras - MG - jacksonagro@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB / DFZ / Fisiologia Vegetal - Cx.P. 95 - Vitória da Conquista - BA - 45083-900 - sylvananaomi@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG - Cx.P. 176 - 37200-000 - Lavras - MG - marcelomalta@epamig.ufla.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Setor de Cafeicultura - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras - MG - rubensjg@dag.ufla.br

café descascados, despulpados e desmucilados apresentam características superiores de bebida em relação ao café natural, visto que, no processamento por via úmida ocorre a remoção da mucilagem, porção do fruto que pode favorecer o desenvolvimento de fermentações microbianas (BORÉM et al., 2008). Objetivou-se, neste trabalho, avaliar aspectos da qualidade do café, cultivado sob arborização e pleno sol, processados por via úmida e seca, na região sudoeste da Bahia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade localizada no município de Barra do Choça – Bahia, situado a 922 m de altitude, (14°51'S e 40°37'O). As mudas da cultivar Catuaí Amarelo, foram plantadas em Janeiro de 2001, em espaçamento 4 x 1 m. Nos tratamentos com sistema arborizado, foram utilizadas plantas de grevilea (*Grevillea robusta* A. Cunn.), implantadas em Janeiro de 2001, em espaçamento 16 x 8 m. A coleta dos frutos de café, em ambas as formas de cultivo, foi realizada por meio da colheita manual seletiva, retirando da planta somente os frutos cerejas e passas. Ao final do dia, parte do volume de café colhido foi submetido ao processamento por via úmida. Outra parte dos frutos colhidos de ambas as formas de cultivo foi preparada pela via seca.

No café descascado, a mucilagem foi removida por meio da fermentação. Para a secagem do café, foi utilizada estufa de filme agrícola, localizada na UESB, *Campus* de Vitória da Conquista – BA. Os frutos de café foram submetidos à secagem até atingir umidade ideal para armazenamento (11,5%).

Avaliações de massa úmida (MU), massa seca (MS), teor de umidade (TU) e rendimento do fruto (RF) foram realizadas em amostras constituídas por 100 frutos no momento da colheita, submetidos à estufa de circulação de ar à temperatura de 60 °C por 48 horas. Com a MU e MS foram determinados TU e RF, de acordo com as fórmulas  $TU = (MU-MS)/MS*100$  e  $RF = MS/MU*100$  respectivamente, com os resultados expressos em percentual. Na pós-secagem foram determinadas a massa seca da parcela (MSP) e a massa beneficiada de café (MB).

As classificações físicas foram realizadas no laboratório de classificação de café da Cooperativa Mista Agropecuária Conquistense – COOPMAC, por profissional credenciado ao Ministério da Agricultura. Em amostras com 300 gramas de café

beneficiado, submetidas a um jogo de peneiras foram selecionados os cafés 17 acima (17 UP), (13/16) e moca 10 (MC). Os cafés não retidos nas peneiras e brocados foram classificados como brocados e chochos (BC). Nas frações retidas de cada peneira foi determinado o percentual de café e separados os defeitos, quantificando-se o número de defeitos (DEF) (BRASIL, 2003).

Características relacionadas à composição química do café foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Café na Empresa Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG por meio dos parâmetros acidez titulável total (ATT), segundo Carvalho et al. (1994); cafeína (CAF) segundo Li, Berguer e Hartland (1990); potencial hidrogeniônico (pH) avaliação realizada em peagâmetro digital marca DIGIMED-DMPH-2; açúcares redutores (AR), açúcares não-redutores (ANR), açúcares totais (AT) extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (1990) e determinada pela técnica de Somogy adaptada por Nelson (1944); atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) segundo Carvalho et al. (1994) e condutividade elétrica (CE) segundo Loeffler, Tekrony e Egli (1988). Os parâmetros de sólidos solúveis (SS), ácidos clorogênicos totais (ACT) e compostos fenólicos totais (CFT) foram determinados segundo AOAC (1990).

Utilizou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2 x 2, com cinco repetições, sendo os tratamentos formados por frutos colhidos em lavoura de café arábica, cultivar Catuaí Amarelo arborizado e a pleno sol, e esses frutos, em duas vias de processamento (úmida e seca). Cada parcela foi constituída por 10 litros de café cereja ou café despulpado, dispostas em armações de madeira, com área útil de 1 m<sup>2</sup>. Os dados obtidos foram submetidos a testes de homogeneidade e normalidade, seguidos da análise de variância e teste F a 5% de probabilidade, por meio do software SAEG, versão 9.1.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Maiores valores de MU e MS foram observados em cafés processados por via seca em relação à via úmida, no sistema de cultivo arborizado e a pleno sol (Tabela 1). A remoção do exocarpo e da mucilagem, presentes no fruto do café contribuiu de modo efetivo para tal comportamento. Saraiva et al. (2010) observaram

que a via úmida reduziu a massa de café a ser seca, diminuiu o volume do café a ser armazenado e beneficiado, além de reduzir os riscos de fermentações indesejáveis na secagem.

A MU e MS de cafezais arborizados foram maiores quando comparados a cafezais a pleno sol, embora a amplitude de valores tenha sido inferior à verificada quando a distinção entre vias foi realizada. Araújo et al. (2007) verificaram maior volume e peso dos frutos cereja provenientes de cafezais arborizados com grevileas, em relação aos conduzidos a pleno sol. Os autores atribuíram tal característica a fatores como a maior relação entre área foliar e número de frutos e ao maior período de formação do fruto junto à planta-mãe. Assim torna-se evidente a contribuição do componente arbóreo para a formação de frutos com maior massa, o que pode beneficiar o cafeicultor.

Deve ser ressaltado que a redução após a operação de secagem, confere um decréscimo na massa seca por remoção de parte considerável da umidade no fruto como observa (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992) conduzindo à redução da massa de grãos agrícolas com a diminuição do teor de umidade.

Para RF foram observados maiores valores para cafés cultivados a pleno sol, em relação ao cultivo arborizado (Figura 1A). Essa condição deve-se ao fato de cafés arborizados apresentarem maior quantidade de casca e mucilagem, como observado por Pezzopane et al. (2007) em café arábica, cultivar IAC 4045 cultivado a pleno sol e consorciado com bananeira “Prata-Anã”.

O RF do café processado por via úmida foi maior que o observado por via seca (Figura 1 B). Esse efeito deve-se à retirada de componentes do fruto de baixa densidade como a mucilagem

e o exocarpo, durante o manejo pós-colheita. A mucilagem pode variar de 20 a 25%, da base úmida do fruto cereja e de 0,5 a 2,0 mm em espessura, dependendo da variedade, estágio de maturação e condições ambientais de cultivo (ELIAS, 1978).

Para TU foi observado maior valor em frutos provenientes de cafés arborizados, comparado com frutos de cafés cultivados a pleno sol (Figura 1 C). Esse fato pode estar associado à presença do componente arbóreo na formação de um microclima com temperaturas amenas e menor incidência de ventos, o que contribui para a conservação da umidade presente nessa forma de cultivo (MATSUMOTO; VIANA, 2004).

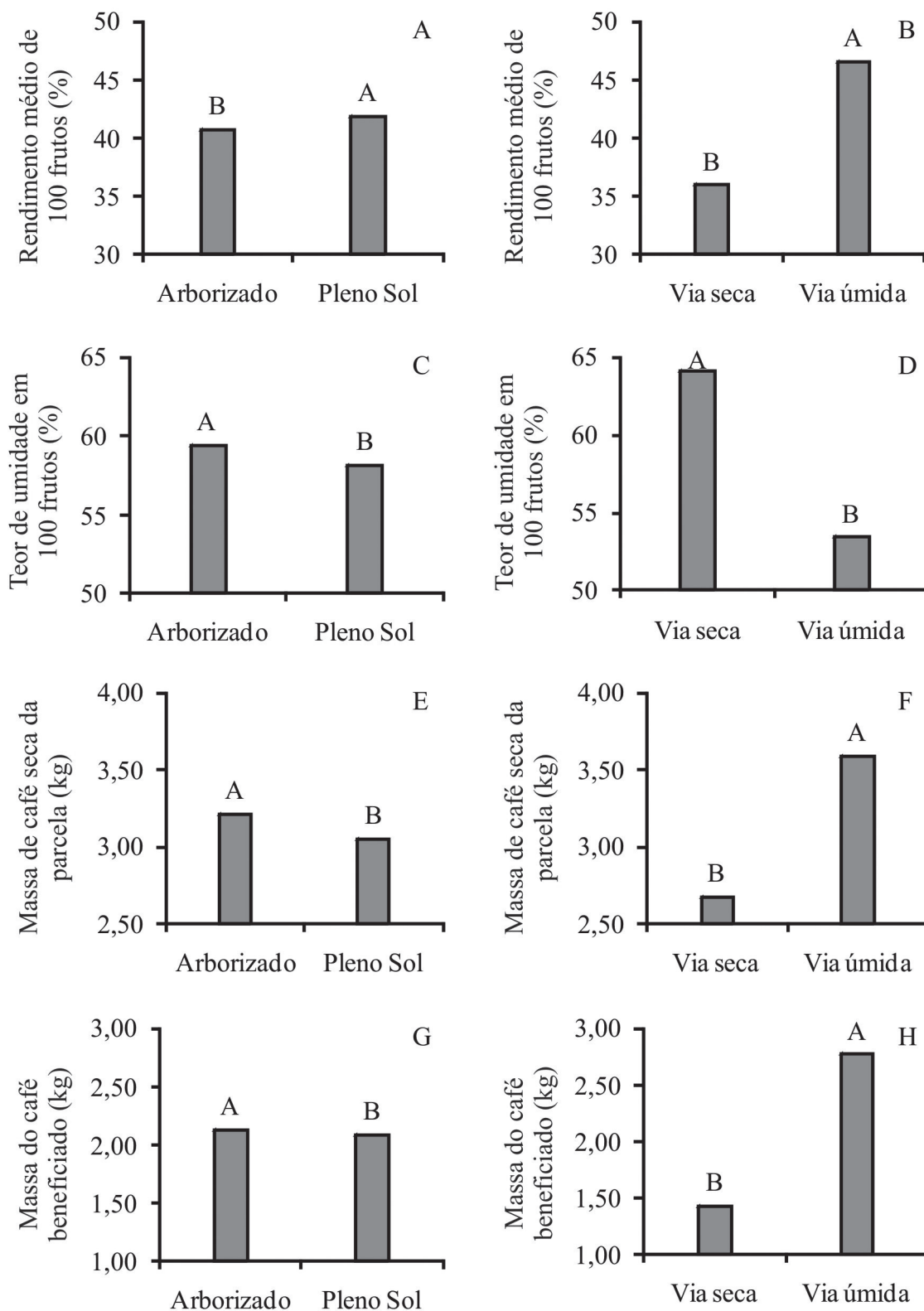
De acordo com os resultados apresentados na Figura 1D, frutos de café, processados por via seca, apresentaram maior umidade (64%) comparados com os frutos de café processados por via úmida (53%). Segundo Silva et al. (2006), cafés cereja beneficiados por via seca apresentaram umidade de 71,8 %, enquanto que, para via úmida os mesmos autores encontraram frutos com umidade de 45% nos frutos. Assim, os frutos processados por via seca apresentam maior umidade por conter no exocarpo parte considerada da umidade presente na mucilagem. A remoção da mucilagem e do exocarpo no processamento por via úmida (despolpado) contribui para redução da umidade nos frutos.

Neste trabalho, foram verificados índices entre 52,15% a 77,94% de rendimento para os cafés analisados. Segundo Gaspari-Pezzopane, Medina Filho e Bordignon (2004), em estudo com o café arábica, cultivar Catuaí, conduzidos a pleno sol e processados por via seca, verificaram índices semelhantes aos observados no presente estudo (55,3%). Para os cafés provenientes de cafezal

**TABELA 1** – Massa úmida (MU) e massa seca (MS) em frutos de café arábica provenientes de sistemas arborizados e a pleno sol, submetidos a manejo pós-colheita, via seca e úmida.

MU	Via seca	Via úmida	Média
Arborizado	135,22 A a*	72,96 B a	104,09
Pleno sol	120,82 A b	68,05 B b	094,43
Média	128,02	70,50	-
CV = 1,44%			
MS	Via seca	Via úmida	Média
Arborizado	47,80 A a*	33,53 B a	40,66
Pleno sol	44,12 A b	32,13 B b	38,12
Média	45,96	32,83	-
CV = 1,60 %			

\*Letras maiúsculas distintas indicam diferença no manejo pós-colheita, médias com letras minúsculas distintas indicam diferenças no sistema de cultivo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.



**FIGURA 1** – Rendimento médio e teor de umidade em 100 frutos e massa de café seco e massa do café beneficiado em 10 litros de café arábica, provenientes de sistemas arborizados e a pleno sol, submetidos a manejo pós-colheita via seca e úmida.

conduzidos no sistema arborizado e a pleno sol, menores valores de RP foram verificados quando esses foram submetidos à via seca (Tabela 2). Tais resultados deve-se à presença da mucilagem e exocarpo no fruto. Esses componentes apresentam baixo peso específico, que contribuem para a redução da massa do café e, conseqüentemente favoreceu para redução de RP.

Ao observar-se o rendimento do café na via úmida, no que diz respeito aos sistemas de cultivo foram verificados maiores valores de rendimento para o sistema de cultivo a pleno sol (77,94%) (Tabela 2). Os resultados diferem do encontrado por Muschler (2001), que avaliou o incremento na qualidade, em regiões sub-ótimas para o café na Costa Rica. Muschler (2001) observou que cafés provenientes de cultivo a pleno sol e arborizado, com diferentes níveis de eritrina (*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook), em manejo por via úmida, apresentaram rendimento variando de 81,4% a 83,4% respectivamente, porém não significativo. No presente estudo, nas diferentes formas de manejo pós-colheita, quando analisado o contraste entre as conduções foram verificados maiores valores do RP em sistema de cultivo a pleno sol. Estes valores corroboram com Pezzopane et al. (2007).

Pezzopane et al. (2007) encontraram valores de rendimento maiores para o sistema a pleno sol (44,6%), em relação ao cultivo consorciado com bananeira 'Prata-Anã' (42,9%). O menor rendimento do café arborizado pode ser relacionado ao maior volume de casca e mucilagem dos frutos, quando comparado aos cafezais conduzidos a pleno sol.

Para a massa do café seco da parcela (MSP), de forma semelhante ao observado para as amostras de 100 frutos, maiores valores foram observados em frutos provenientes de áreas arborizadas (Figura 1 E). Tal informação pode ser aplicada a estudos posteriores em que ocorra a necessidade de manipular amostras de menor porte, indicando possibilidade de utilizar parcelas

menores, sem prejuízos relacionados à avaliação quantitativa de massa seca de frutos. Geromel et al. (2008) verificaram que, embora o tamanho dos frutos de cafeeiros arborizados (*Coffea arabica* L. cv. IAPAR 59) tenha sido superior aos provenientes de cafeeiros a pleno sol, não houve diferenças quando a massa dos frutos foi avaliada. O maior volume de frutos sob sombreamento foi atribuído ao maior desenvolvimento do perisperma. Entretanto, Muschler et al. (2001) não verificaram diferenças no tamanho do fruto para cafeeiros semissombreados com níveis de sombreamento variando entre 40% a 80%, em condição de campo.

Menor MSP foi verificado para cafés provenientes do processamento por via seca (café coco) em relação à via úmida, por apresentar frutos com mucilagem e exocarpo, componentes de baixo peso específico que contribuem para a redução da massa do café (Figura 1 F).

A MB proveniente do manejo arborizado foi maior quando comparada com os frutos do café manejado a pleno sol (Figura 1 G). Os cafés arborizados tendem a apresentar maior massa por seus frutos permanecerem maior tempo junto à planta, proporcionando maior acúmulo de fotossimilados (VAAST et al., 2006).

Araújo et al. (2007) encontraram maior tamanho e peso dos frutos provenientes de cafeeiros arborizados em relação aos conduzidos a pleno sol, resultando em maior volume de café beneficiado. Araújo et al. (2007) atribuíram tal característica à maior relação entre área foliar e ao maior período de desenvolvimento do fruto, permitindo sua maior qualidade.

Ao comparar-se a massa do café beneficiado, processado por via úmida e por via seca foi encontrada diferença entre os tratamentos (Figura 1 H). O café processado por via úmida apresentou maior massa quando comparado com o café processado por via seca. Esse comportamento deve-se à remoção de parte do café chocho e mal formado, na lavagem desses frutos.

**TABELA 2** – Rendimento da parcela (RP) com café arábica provenientes de sistemas arborizados e a pleno sol, submetidos a manejo pós-colheita, via seca e úmida.

RP	Via seca	Via úmida	Média
Arborizado	52,15 B b*	76,92 A b	54,53
Pleno sol	55,24 B a	77,94 A a	66,59
Média	53,69	77,43	-
CV = 1,07%			

\*Letras maiúsculas distintas indicam diferença no manejo pós-colheita, médias com letras minúsculas distintas indicam diferenças no sistema de cultivo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

No momento da lavagem do café os frutos dotados de maior densidade são separados no lavador, e esses frutos são utilizados no processamento por via úmida (BORÉM et al., 2008). Assim, os cafés provenientes da via úmida apresentam maior massa que os cafés processados por via seca.

Por apresentar maior massa, o processamento por via úmida confere a formação de lotes com grãos de maior diâmetro (peneira), o que contribui para maior presença de compostos químicos (sólidos solúveis, açúcares e ácidos), favorecendo a formação de bebidas de qualidade superior como observado por Farah et al. (2006), em estudo de correlação entre a prova de xícara e atributos químicos encontrados em cafés beneficiados do Brasil.

Nos estudos realizados no México por Lin (2009), sobre diferentes níveis de sombreamento em café arábica cultivar Bourbon, foram constatados que a radiação solar, a temperatura, e a umidade do solo interferiram no crescimento dos frutos, sendo esses fatores ambientais fortemente controlados pela presença do componente arbóreo, no tamanho. Para o peso do fruto foi verificada elevada correlação com a umidade do solo.

Quanto à classificação por peneira (Figura 2A), de maneira geral, foi observado que a utilização do componente arbóreo no cultivo dos cafezais contribui para a melhoria da qualidade da produção, visto que foi verificada alta porcentagem de grãos maiores (17UP) e redução de elementos de depreciação dos cafés brocados e chochos (BC) (Figura 2 A). Menor porcentual de grãos BC foram encontrados em frutos provenientes de cultivo arborizado, quando comparados aos cafés cultivados a pleno sol (Figura 2 C). A elevada concentração de grãos classificados como 17UP provenientes do manejo arborizado, confere maior homogeneidade posterior nas operações de torra, conforme observado por Salla (2009).

De acordo com Geromel et al. (2008), frutos de café desenvolvidos em condição de sombreamento são maiores que sob condição a pleno sol. Entretanto, no presente estudo, tal comportamento foi verificado somente para a classe 17UP, não sendo observada diferença para 13/16 e MC (Figura 2 A). Ricci, Menezes e Costa (2006) verificaram que 71,1% dos frutos avaliados sob o cultivo sombreado foram retidos na peneira 17UP. Contrapondo as considerações anteriores, em estudo realizado por Muscheler (2001), a condição de diferentes períodos de sombreamento artificial, em ramos produtivos de café não alterou

a classificação dos grãos em comparação com plantas cultivadas a pleno sol.

Com uma visão mais abrangente, Bosselman et al. (2009) relataram que o sombreamento pode elevar o tamanho do fruto desde que se condicionem níveis ótimos de temperatura e luminosidade. Para Muscheler (2001), em estudo com cafeeiros da variedade Catimor, o aumento dos níveis de sombreamento proporcionou uma concentração de cafés classificados como 17 UP. A presença de árvores nos cafezais promove a redução da temperatura e da incidência de radiação luminosa resultando num prolongamento do período de maturação e condicionamento de maior fluxo de carboidratos para cada fruto formado, respectivamente (VAAST et al., 2006).

A disponibilidade de fotoassimilados foi relacionada ao efeito do sombreamento em restringir a formação de botões florais e elevar a área foliar total da planta, resultando em aumento da relação de área foliar por fruto (VAAST et al., 2006). A bienalidade mais intensa no cultivo a pleno sol pode ser outro fator a interferir na maior quantidade de cafés chochos nessa forma de cultivo, para anos de baixa produção.

Quando avaliado o tratamento pós-colheita foi verificado que o manejo dos frutos de café por via úmida apresentou maior porcentual de grãos retidos na peneira 17 UP (Figura 2 B). Deve ser salientado que no manejo pós-colheita dos cafés cultivados no Planalto da Conquista, a lavagem dos frutos, até então, era uma etapa utilizada somente no processamento por via úmida. Devido à imersão dos frutos em água, grande parte dos frutos chochos e mal formados (de menor densidade), tende a ocupar as porções superficiais do lavador. Assim, esses frutos são facilmente separados e descartados, elevando a porcentagem de frutos de maior tamanho em outra porção, que são processados por via úmida. O café processado por via seca, por não ser lavado, foi posto para secar de forma integral, sem separação dos frutos chochos na lavagem, apresentando assim, uma menor porcentagem de café retida na peneira 17 UP.

Ao avaliar o tratamento pós-colheita foi verificado que o manejo por via úmida apresentou menor porcentual de grãos brocados e chochos (Figura 2 D). A remoção do café chocho da porção sobrenadante não é realizada por completo na operação de lavagem dos frutos devido à sedimentação desses pelo seu elevado teor de umidade, tornando-os mais pesados. De acordo com Illy et al. (1982), a desorganização celular

observada em cafés classificados como defeitos eleva a capacidade de absorção de água desses na medida em que aumenta o nível dos danos celulares. Malta, Pereira e Chagas (2005) alertam para o efeito negativo da presença dos defeitos na interpretação da análise qualitativa da bebida dos cafés.

No manejo pós-colheita por via seca, o café seco de forma integral apresentou maior porcentagem de frutos brocados e chochos (Figura 2 D). Na região de Barra do Choça, os frutos são colhidos e abanados no campo, não sendo realizada a lavagem no processamento por via seca. A eliminação desses cafés é realizada no momento do beneficiamento do café, compondo assim, o café classificado como “escolha”. No presente estudo, a contribuição do café “escolha” não foi observada.

Knop, Bytof e Selmar (2006) não verificaram efeito do manejo pós-colheita para o teor de sacarose. Contudo, diferentemente do presente estudo, foi observada redução dos teores de frutose e glicose. Para os cafés processados por via úmida foi verificada elevação de ANR e AT, para os cafés provenientes de áreas arborizadas (Figura 2 E e 2 F). Comportamento semelhante foi verificado anteriormente por Guyot et al. (1996). Os referidos autores constataram em Cuilapa, Guatemala, um incremento de 4% de ANR em frutos de cultivo sombreado em relação ao cultivo a pleno sol.

Geromel et al. (2008) verificaram maior valor para a relação entre açúcares redutores e não redutores em cafés arborizados. Com maior disponibilidade de substrato, a atividade de fungos e bactérias também sofrem elevações resultando em acidez presente em cafés arborizados. Segundo Jackelers e Jackels (2005), de forma geral, a transição entre a fase de formação e maturação do fruto de café é acompanhada por uma interrupção na quantidade de carboidrato e de uma redução na relação entre açúcares redutores e açúcares não redutores (AR/ANR) no perisperma da semente de café. De acordo com Geromel et al. (2008) o maior tamanho do grão, sob a condição de sombreamento, apresenta maior relação AR/ANR.

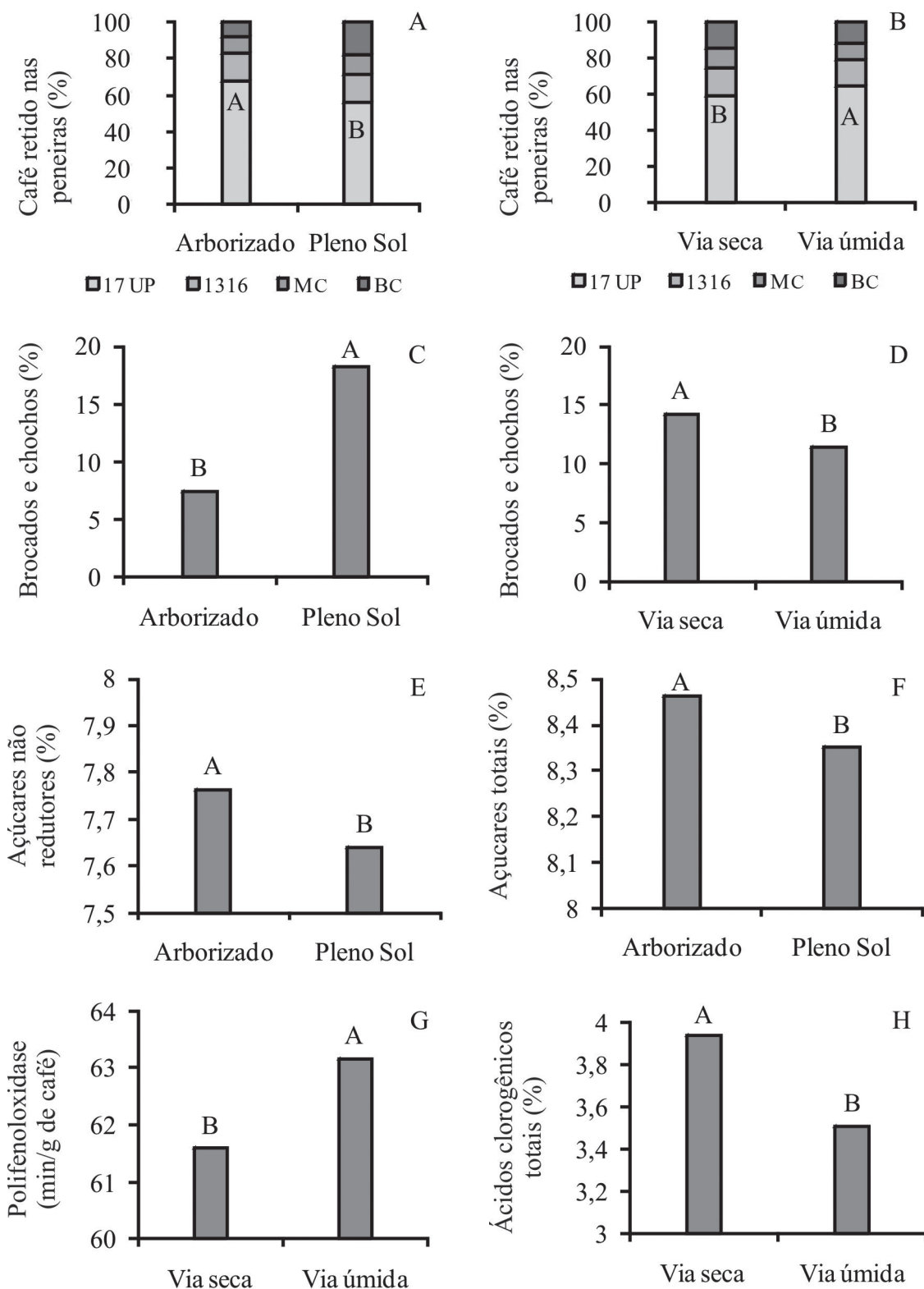
Geromel et al. (2006) descreveram que a enzima síntese da sacarose tem um papel determinante no acúmulo de ANR nos últimos estádios de desenvolvimento dos tecidos do pericarpo e endosperma dos frutos de café. Em estudo posterior, Geromel et al. (2008) verificaram que, em condição de sombreamento, nos últimos

estádios de desenvolvimento dos frutos houve queda de ANR e manutenção da elevação de AR em comparação à condição de cultivo a pleno sol. Apesar das alterações descritas, de forma semelhante ao presente estudo, a concentração de ANR dos cafés sombreados manteve-se superior aos cafés a pleno sol.

Joet et al. (2010), analisando a influência de fatores ambientais no processo por via úmida e as interações bioquímicas dos compostos de café arábica, observaram que a temperatura do ar, durante o desenvolvimento do fruto de café, pode influenciar as rotas de diversos compostos, dentre eles, os açúcares e ácidos clorogênicos. Foi verificada maior atividade da polifenoloxidase (PFO), em frutos de café via úmida (Figura 2 G). Quando os frutos foram submetidos a manejo por via úmida, a retirada da casca e mucilagem dos frutos reduziu os processos de injúria microbiológica por meio da fermentação.

Apesar dos processos de manipulação por via úmida promoverem certo grau de injúria mecânica aos frutos, a redução dos fatores relacionados às injúrias microbiológicas tiveram maior impacto na atividade da PFO. Santos, Chalfoun e Pimenta (1998), em estudo com processamento por via úmida e tipos de secagem do café sobre a composição química verificaram que o café cereja descascado, seco em terreiro apresentou maior atividade da enzima PFO, quando comparado com cafés secos em secador. Os autores sugerem que a vulnerabilidade da integridade da membrana celular dos frutos, quando esse café é descascado e transferido para o secador com temperaturas de 60°C, pode provocar alterações dos compostos químicos e redução da PFO.

Para Koshiro et al. (2007), os ácidos clorogênicos são os principais metabólitos secundários encontrados em frutos de café. Avelino et al. (2005) afirmam que o teor de ACT está diretamente relacionado ao macroclima das regiões de cultivo, principalmente às variações térmicas. Dentre os fatores principais que alteram a amplitude térmica dos locais de cultivo, a altitude foi considerada como o fator de maior impacto quando comparado ao sombreamento. Vaast et al. (2006) observaram maiores valores de ACT para cafés sob sombreamento. No presente estudo não foi verificado efeito do regime de luz incidente para o ACT. Comportamento semelhante foi verificado por Geromel et al. (2008).



**FIGURA 2** – Peneiras, cafés brocados e chochos, açúcares não redutores, açúcares totais, polifenoloxidase e ácidos clorogênicos totais em café arábica proveniente de sistemas arborizado e a pleno sol, submetidos à manejo pós-colheita via seca e úmida.



No presente estudo, os cafés processados por via seca apresentaram maiores valores de ACT (Figura 2 H), caracterizando efeito do manejo pós-colheita. De modo semelhante, Balylaya e Clifford (1995) verificaram a ocorrência de maiores valores de ACT para café arábica submetido ao processamento por via seca. Entretanto, para os frutos de *Coffea arabica* L. das cultivares Bourbon amarelo, Catuai vermelho e Rubi, Duarte, Pereira e Farah (2010) não observaram diferenças entre o processamento via úmida e via semiseca. De acordo com o mesmo autor, os híbridos e para os cafés Robusta, os teores de ACT, submetidos ao processamento via úmida foram superiores aos submetidos à via semiseca. Murthy e Manonmani (2009) observaram menores teores de ACT para cafés arábica, quando comparados à Robusta.

Farah et al. (2006), avaliando a correlação entre a prova da xícara e atributos químicos de cafés brasileiros observou maiores teores de ACT para cafés de qualidade inferior e menores valores foram associados a cafés de melhor qualidade. Dessa forma, no presente estudo, os cafés processados por via úmida tendem a apresentar qualidade superior.

Os valores de ATT encontrados foram considerados elevados (Tabela 3). De acordo com Borém et al. (2008) a causa da elevação dos valores

de ATT está relacionada aos efeitos degenerativos nas membranas dos frutos. Tais injúrias seriam promovidas pelas elevadas temperaturas no ambiente de secagem, resultando em liberação de ácidos orgânicos.

Nos cafeeiros mantidos a pleno sol não foi verificado efeito do manejo pós-colheita (Tabela 3). Para os cafeeiros arborizados, maiores valores de ATT foram observados para o processamento por via seca. Entretanto, Jackelers e Jackels (2005) observaram que, no processo por via úmida houve elevação da acidez devida à alteração da matriz de carboidratos presente na mucilagem aderida ao endocarpo do fruto, como resultado da fermentação.

Como no presente experimento, o revolvimento dos cafés processados por via úmida e via seca foi realizado em mesma intensidade, a maior presença de açúcares nos cafés arborizados e por via seca favoreceu a maior disseminação de patógenos. A busca por cafés cereja natural com menor acidez poderá ser obtida com uma secagem mais rápida, com maior revolvimento da massa de frutos. Nos frutos processados por via seca, a presença da arborização elevou os valores de ATT em comparação à condição de pleno sol. Entretanto, para o processamento por via úmida não foi constatado o efeito da arborização em relação à ausência dessa (Tabela 3).

**TABELA 3** – Acidez titulável total (ATT) de café arábica, provenientes de sistema arborizado e a pleno sol, submetidos à manejo pós-colheita via seca e úmida.

ATT	Via seca	Via úmida	Média
Arborizado	219,00 A a*	202,00 B a	210,50
Pleno sol	207,00 A b	206,00 A a	206,50
Média	213,00	204,00	-
CV = 3,78%			

\*Letras maiúsculas distintas indicam diferença no manejo pós-colheita, médias com letras minúsculas distintas indicam diferenças no sistema de cultivo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

#### 4 CONCLUSÕES

A associação de árvores aos cafezais contribui para melhorar os aspectos físicos e químicos dos grãos. A utilização do manejo pós-colheita por via úmida, melhora a qualidade física do café.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a CAPES, pela concessão das bolsas de estudos, à UESB e UFLA pelo apoio e orientação, e à EPAMIG e COPMAC, pela realização da análises químicas e físicas do café.

#### 6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. S. et al. Avaliação do rendimento de frutos de café cultivado em sistema arborizado por Grevileas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA - MANEJO DE AGROECOSSISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 5., 2007, Guarapará. **Anais...** Guarapará, 2007. v. 2, p. 153-155.

AVELINO, J. et al. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 85, p. 1869-1876, Aug. 2005.

BALYLAYA, K. J.; CLIFFORD, M. N. Chlorogenic acids and caffeine contents of monsooned Indian Arabica and robusta coffees compared with wet and dry processed coffees from the same geographic area. In: ASIC PROCEEDINGS OF COLLOQUE COFFEE, 16., 1995, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto: ASIC, 1995. p. 316-324.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, 1990. v. 2.

BORÉM, F. M. et al. Qualidade do café natural e despolpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1609-1615, out. 2008.

BOSELDMANN, A. S. et al. The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 129, p. 253-260, Jan. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8**. Brasília, 2003. 11 p.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. H. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: AVI, 1992. 450 p.

CAMARGO, A. P. A arborização de cafezal como meio de reduzir as adversidades climáticas e promover a sustentação da cafeicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DO CAFÉ, 16., 1998, Espírito Santo do Pinhal. **Anais...** Espírito Santo do Pinhal, 1998. p. 6-7.

CARVALHO, V. D. de et al. Relações entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e da qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, mar. 1994.

DUARTE, G. S.; PEREIRA, A. A.; FARAH, A. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. **Food Chemistry**, Oxford, v. 118, p. 851-855, Feb. 2010.

ELIAS, L. G. Composição química de la pulpa de café, y otros subproductos. In: BRAHAN, J. E.; BRESSANI, R. (Ed.). **Pulpa de café: composición, tecnología y utilización**. San José: CIID, 1978. p. 19-29.

FARAH, A. et al. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, Oxford, v. 98, n. 2, p. 373-380, Oct. 2006.

GASPARI-PEZZOPANE, C.; MEDINA FILHO, H. P.; BORDIGNON, R. Variabilidade genética do rendimento intrínseco de grãos em germoplasma de *Coffea*. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 39-54, mar. 2004.

GEROMEL, C. et al. Biochemical and genomic analysis of sucrose metabolism during coffee (*Coffea arabica*, L.) fruit development. **Journal of Experimental Botany**, Elmsford, v. 57, n. 12, p. 3243-3258, Sept. 2006.

\_\_\_\_\_. Effects of shade on the development and sugar metabolism of coffee (*Coffea arabica* L.) fruits. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 46, p. 569-579, Mar. 2008.

GUYOT, B. et al. Influence de l'altitude et de l'ombrage sur la qualité des cafés Arabica. **Plant Research and Development**, Tubingen, v. 3, p. 272-280, Jan. 1996.

- ILLY, E. et al. Study on the characteristics and the industrial sorting of defective beans in green coffee lots. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 1982, Salvador. **Proceedings...** Paris: ASIC, 1982. p. 98-128.
- JACKELERS, S. C.; JACKELS, C. F. Characterization of the coffee musillage fermentation process using chemical indicators: a field study in Nicaragua. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, p. 321-325, June 2005.
- JOËT, T. et al. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chemistry**, London, v. 118, p. 693-701, Jan. 2010.
- KNOP, P. S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in Green Arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 223, p. 195-201, June 2006.
- KOSHIRO, Y. et al. Biosynthesis of chlorogenic acids in growing and ripening fruits of *Coffea arabica* and *Coffea canephora* plants. **Zeitschrift Naturforsch**, Berlin, v. 62, p. 9-10, Jan. 2007.
- LI, S.; BERGUER, J.; HARTLAND, S. UV spectrophotometric determination of theobronine and caffeine in cocoa beans. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 232, p. 409-412, 1990.
- LIMA, J. M. et al. Produção e rendimento de café cultivado em sistema agroflorestal no município de Vitória da Conquista, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA - MANEJO DE AGROECOSSISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 5., 2007, Guarapará. **Anais...** Guarapará, 2007. v. 2, p. 153-155.
- LIN, B. Coffee (*Coffea arabica* var. Bourbon) fruit growth and development under varying shade levels in the soconusco region of Chiapas. **Journal of Sustainable Agriculture**, Ciudad del Mexico, v. 33, p. 51-65, Jan. 2009.
- LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 12, n. 1, p. 37-53, Jan. 1988.
- MALTA, M. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; CHAGAS, S. J. R. Potassium leaching and electric conductivity of grain coffee (*Coffea arabica* L.) exsudate: some factors that may affect these evaluations. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1015-1020, set./out. 2005.
- MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S. Arborização de cafezais na região Nordeste. In: MATSUMOTO, S. N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: UESB, 2004. p. 212.
- MURTHY, P. S.; MANONMANI, M. N.; Production of  $\alpha$ -amylase under solid-state fermentation utilizing coffee waste. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, London, v. 84, p. 1246-1249, Aug. 2009.
- MUSCHLER, R. G. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. **Agroforestry Systems**, Heidelberg, v. 85, p. 131-139, Jan. 2001.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, 1944.
- PEZZOPANE, J. R. M. et al. Avaliações fenológicas e agrônomicas em Café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana prata anã. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 701-709, dez. 2007.
- RICCI, M. S. F.; MENEZES, M. B.; COSTA, J. R. Influência do sombreamento de cafeeiros manejados em sistema orgânico na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, abr. 2006.
- SALLA, M. H. **Influence of genotype, location and processing methods on the quality of coffee (*Coffea arabica* L.)**. 2009. 105 f. Thesis (Doctoral in Plant Sciences) - Hawassa College of Agriculture, Hawassa, 2009.
- SANTOS, M. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição, física química e química do café (*Coffea arabica* L). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 308-311, dez. 1998.
- SARAIVA, S. H. et al. Efeito do processamento pós-colheita sobre a qualidade do café Conillon. **Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 6, n. 9, p. 1-9, jan. 2010.

SILVA, D. J. P. et al. Resistência de café em coco e despolpado ao fluxo de ar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 168-174, mar. 2006.

VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of *Coffea arabica* L. under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 86, p. 197-204, Jan. 2006.