

POLIFENOLOXIDASE, LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO E QUALIDADE DE BEBIDA DO CAFÉ COLHIDO EM QUATRO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO¹

CARLOS JOSÉ PIMENTA², SILVIO JULIO DE RESENDE CHAGAS³ e LAERTE COSTA⁴

RESUMO - Cafés (*Coffea arabica* L.) da cultivar Catuaí foram colhidos na região de Lavras, MG, nos estádios de maturação verde, verde cana, cereja, e seco/passa, em uma quantidade de 60 kg de frutos de cada estágio. Foram retiradas amostras de, aproximadamente, 5 kg de café em coco, sendo em seguida submetidas a análises físicas, físico-químicas, químicas e qualitativas. Este trabalho teve como objetivo determinar a atividade da polifenoloxidase, a lixiviação de K, a qualidade do café (bebida), e as relações entre estes parâmetros. Foram observados comportamentos bastante variados quanto aos teores destes constituintes nos diferentes estádios de maturação dos grãos; os frutos colhidos no estágio de maturação cereja apresentaram maior atividade da polifenoloxidase e baixos valores de lixiviação de K; os grãos colhidos verdes mostraram elevados valores de lixiviação de K e baixa atividade de polifenoloxidase; os grãos colhidos no estágio seco/passa e verde-cana se posicionaram com valores intermediários nestes parâmetros analisados. A classificação dos cafés (bebida) com base na atividade da polifenoloxidase foi de não-aceitável (bebida "riada" e "rio") nos cafés colhidos verdes; os estádios de maturação seco/passa e verde-cana foram classificados como fino (bebida "mole" e "apenas mole") e o estágio de maturação cereja, como extra-fino (bebida "estritamente mole"). A classificação da bebida baseada na prova de xícara indicou não haver diferenças entre as amostras dos quatro estádios de maturação (bebida "dura").

Termos para indexação: bebida, bebida mole, bebida dura.

POLYPHENOLOXIDASE, LEACHING OF POTASSIUM AND QUALITY OF COFFEE PICKED AT MATURATION STAGES

ABSTRACT - Coffee (*Coffea arabica* L.) grains of catuaí red variety were harvested in the region of Lavras, MG, Brazil, in the green, sugarcane-green, cherry and dry-raisin stages of maturation in quantity of 100 kg of grains per stage. Samples of approximately 5 kg were milled and submitted to physical, physico-chemical, chemical and qualitative analyses. This experiment had the objective of determining the polyphenoloxidase activity, the potassium leaching, the beverage quality and the relationships between the parameters in coffee harvested at four maturation stages. Different behaviors were observed in relation to the contents of these components at the different stages of grain maturation. Coffee harvested in the cherry stage of maturation showed greater polyphenoloxidase activity of K. The grains harvested at the green stage of maturation showed high leaching of K, and low polyphenoloxidase activity, in the dry-raisin and sugarcane-green stages of maturation presented intermediate values for these parameters analyzed. The classifications of the coffees based on the polyphenoloxidase was unacceptable ("riada" and "rio" beverage) for coffees picked green; dry-raisin and sugarcane-green stages of maturation were classified as fine (soft drink and only soft drink) and cherry maturation stage, as extra fine (strictly soft beverage). The classification of drink based on the cup test indicated no difference among the samples of the four stages of maturation (hard beverage).

Index terms: drink, soft beverage, hard beverage.

¹ Aceito para publicação em 4 de setembro de 1996.

² Eng. Agr., M.Sc., UNIFENAS - Instituto de Ciências Agrárias, Rodovia MG 179, Km 0, CEP 37130-000 Alfenas, MG.

³ Farmacêutico Bioquímico, M.Sc., EPAMIG - CRSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras, MG.

⁴ Eng. Agr., M.Sc., EPAMIG - CRSM.

INTRODUÇÃO

O aumento da produção de cafés suaves nos países da América do Sul distintos do Brasil, e a excelente qualidade de seus produtos, têm sido as principais causas da perda, pelo nosso país, de uma fatia

bastante significativa do mercado externo. Tal problema mostra a importância de associar a produtividade à qualidade, visto que a competência dos produtores de café depende do empenho em controlar custos, aumentar a produção por hectare, e elevar a qualidade da bebida.

O consumo interno deste produto tem decrescido, entre outros fatores, por causa da má qualidade do café e pelo surgimento de uma consciência, entre os consumidores, de não se sujeitarem a adquirir o refugio das exportações.

Segundo Barthollo (1989), as perdas de preço decorrentes do mau preparo do café podem variar de 10 a 20% por causa do mau aspecto do produto, e de 40% a 60% em decorrência da bebida ruim.

A aplicação de técnicas adequadas de colheita e preparo do café é fator de extrema importância para proporcionar cafés de melhor qualidade e facilitar sua comercialização com maiores retornos econômicos. Segundo Carvalho et al. (1994), o café deve ser colhido no ponto ótimo de maturação (cereja), pois quando colhido verde ou seco, prejudicará muito a qualidade da bebida.

Para Gnagy (1961), Amorim & Silva (1968), Feldman et al., (1969) e Oliveira (1972), a qualidade da bebida está diretamente relacionada com os constituintes físico-químicos e químicos dos grãos, dos quais provêm o seu sabor e aroma, destacando-se os constituintes voláteis, os fenólicos (ácido clorogênico), os ácidos graxos, as proteínas e algumas enzimas, cuja presença, teores e atividades conferem ao café um sabor e aroma peculiares.

As enzimas polifenoloxidasas atuam sobre os compostos fenólicos e se encontram ligadas às membranas celulares, sendo ativadas somente quando liberadas destas, e, de acordo com Oliveira (1972), Amorim (1978), e Carvalho et al. (1994), se mostram diretamente relacionadas com a qualidade de bebida do café. Amorim (1978) descreve que *in vivo* a enzima polifenoloxidase tem sido encontrada na polpa de frutos e nas camadas externas e partes centrais do grão. Sendo assim, danos ocorridos nas membranas liberam, e, portanto, ativam, a polifenoloxidase, que, por sua vez, oxida ácidos clorogênicos a quinonas, as quais, quando em teor representativo, atuam inibindo a polifenoloxidase,

diminuindo sua atividade. Qualquer fator ambiental que altere a estrutura da membrana (por exemplo: o ataque de insetos, as infecções por microorganismos, as alterações fisiológicas e os danos mecânicos), provoca uma rápida deterioração dos grãos de café, pois, uma vez rompida a membrana celular, ocorre maior contato entre as enzimas e os compostos químicos presentes intra e extracelularmente no grão, provocando reações químicas que modificam a composição original do café, e, em consequência, as propriedades organolépticas das infusões preparadas com este tipo de café (Amorim, 1978).

Carvalho et al. (1994) verificaram haver variações da atividade de polifenoloxidase que permitem separar as classes de bebida com base nas atividades destas enzimas, mostrando, no tocante a café de bebida "riado" e "rio", atividades inferiores a 55,99 u/min/g de amostra; nos cafés de bebida "dura", valores de atividade de 55,99 a 62,99 u/min/g de amostra; nos cafés de bebida "apenas mole", atividades de 62,99 a 67,66 u/min/g de amostra, e nos cafés de bebida "estritamente mole", atividades de 67,66 a 74,66 u/min/g de amostra. Constataram, assim, um aumento significativo na atividade da polifenoloxidase à medida que o café se apresenta de melhor qualidade.

Ao comparar as atividades da polifenoloxidase em grãos de café oriundos de frutos colhidos nos estádios de maturação verde, metade vermelho e metade verde, e cereja, Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975) observaram menores atividades nos frutos verdes.

O menor peso e densidade dos grãos foram atribuídos, por Amorim et al. (1976), a alterações na membrana celular, pois verificaram, em seus trabalhos, maior peso e densidade dos grãos em cafés de bebida "mole", em comparação com os de bebida "rio", que também apresentavam menor espessura e volume da parede celular. Estas observações foram confirmadas por Amorim (1978), ao encontrar, em cafés de pior qualidade, maiores índices de lixiviação de fons K, indicando alterações nas membranas, com consequentes desorganizações na membrana celular e com maior contato entre enzimas e substratos, levando a modificações na composição e qualidade dos grãos.

Prete (1992) constatou haver diferença significativa entre os valores de lixiviação de íons K e condutividade elétrica nos grãos de café com diferentes defeitos, como: grãos preto-verdes, preto, ardidado, verdes e brocados; esta seqüência corresponde à ordem crescente da degradação do sistema de membranas, com membrana mais deteriorada mostrando valores mais elevados de lixiviação de K, e condutividade elétrica. Foi verificado, também, que cafés colhidos no estádio de maturação cereja e secos, em temperaturas médias de 30°C, mostraram valores de 44,78 μ S/g quanto à condutividade elétrica e 18,30 ppm/g quanto à lixiviação de íons K, ao passo que em grãos colhidos no estádio de maturação verde, os valores foram de 103,85 μ S/g quanto à condutividade elétrica e 42,49 ppm/g quanto à lixiviação de íons K, confirmando ainda mais a influência do defeito verde nestes valores, e mostrando, também, que cafés de pior qualidade possuem valores mais elevados, tanto de lixiviação de K como de condutividade elétrica.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a atividade da polifenoloxidase, a lixiviação de potássio, a qualidade da bebida, e as relações entre estes parâmetros, em café colhido em quatro estádios de maturação.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização do experimento

Foram colhidos, em lavouras da EPAMIG/UFLA, Lavras, MG, cafés da cultivar Catuaí, nos estádios de maturação verde, verde-cana, cereja e seco/passa. Em cada estádio de maturação foram colhidos 60 kg de frutos, os quais foram secados ao sol em terreiros de alvenaria da Estação Experimental da EPAMIG/UFLA em Lavras, MG. As amostras foram revolvidas várias vezes ao dia, visando a uma secagem uniforme, e cobertas com lona de plástico durante a noite, para evitar aumento de umidade. A secagem se processou até que os frutos atingissem a umidade ideal, que foi de 11 a 13%, e posteriormente se efetuou o beneficiamento e armazenamento dos grãos em latas hermeticamente fechadas, para posteriores análises.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (estádios de maturação: T1 = verde; T2 = verde-cana; T3 = cereja; T4 = seco/passa) e sete repetições.

Método analítico

A análise sensorial e de lixiviação de K dos grãos foi feita no café beneficiado, e as determinações físico-químicas e químicas foram realizadas em cafés beneficiados, moídos em moinho tipo Croton Mod. TE-580, utilizando-se a peneira de 30 mesh.

Obtenção do extrato enzimático da polifenoloxidase

Com o objetivo de se obter um maior rendimento na análise no laboratório, foi feita uma adaptação do processo de extração descrito por Draetta & Lima (1976).

Foram pesados 5 g da amostra de café moído, e adicionados 40 ml da solução-tampão de fosfato de potássio 0,1 M pH 6,0. Em seguida, foram agitadas, por 5 min. Todo o material utilizado foi mantido gelado. Após agitação, fez-se a filtração em filtro a vácuo, com papel Whatman nº 1.

Atividade da polifenoloxidase

Foi determinada pelo método descrito por Ponting & Josling (1948), com extrato de amostra sem dihidroxifenilalanina (DOPA) como branco.

Lixiviação de potássio

Após a leitura da condutividade elétrica, as amostras foram submetidas a determinação da quantidade de K lixiviado dentro dos tempos predeterminados. A análise do K foi realizada em fotômetro de chama DIGIMED NK-2002; com os dados obtidos foi calculado o K lixiviado expresso em ppm/g de amostra.

Porcentagem de perda de potássio

Foi feita mediante o cálculo dos valores de lixiviação de K após três horas de embebição dos grãos (ppm), multiplicado por 100, e dividido pelo teor de K em mg.

Prova de xicara

Feita pelos profissionais: Dalvino Schneider e José Geraldo Guimarães Pinto - classificadores e provadores, ambos de Varginha, MG.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atividade da polifenoloxidase

A Tabela 1 mostra haver diferenças significativas da atividade de polifenoloxidase entre os diferentes estádios de maturação, com os grãos verdes apresentando atividade mais baixa, seguindo-se os verde-cana e seco/passa, com atividades maiores, porém não diferenciadas entre si. Os teores apresentados pelo cereja foram superiores aos do verde e verde-cana, e não diferiram do seco/passa. Pode-se ressaltar que, à medida que ocorre o processo de maturação dos grãos, a atividade da polifenoloxidase tem seu valor aumentado.

De acordo com Carvalho et al. (1994), a atividade da polifenoloxidase permite avaliar de maneira objetiva a qualidade do café. Esses autores elaboraram uma tabela de classificação complementar à utilizada para a prova de xícara: café extra-fino (bebida estritamente mole) - atividade da polifenoloxidase superior a 67,66 u/min/g de amostra; fino (bebida mole e apenas mole) - atividade da polifenoloxidase de 62,99 a 67,66 u/min/g de amostra; aceitável (bebida dura) - atividade da polifenoloxidase de 55,99 a 62,99 u/min/g de amostra; não-aceitável (bebida riada e rio) - atividade de polifenoloxidase inferior a 55,99 u/min/g de amostra.

Comparando-se os resultados do presente com os de Carvalho et al. (1994), observa-se, pela ativi-

dade de polifenoloxidase, que os cafés colhidos cereja foram classificados como extra-finos (bebida estritamente mole); os colhidos seco/passa e verde-cana apresentaram-se como cafés finos (bebida mole e apenas mole), e os colhidos verdes se mostraram não-aceitáveis (bebida riada e rio, Tabela 1). Tais resultados mostram claramente que cafés colhidos cereja são bastante superiores aos colhidos verdes, e os secos/passa e verde-cana se apresentaram intermediários, o que não foi verificado pela prova de bebida, que classificou todas as amostras como "bebida dura".

Comparando-se os resultados do presente trabalho com os observados por Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal (1975), pode-se verificar que as variações dentro dos diferentes estádios de maturação foram semelhantes, constatando-se também menor atividade nos grãos colhidos verdes, em comparação com a dos demais estádios de maturação verde-cana e cereja.

Os dados obtidos podem confirmar a afirmativa de que a atividade da polifenoloxidase está diretamente relacionada com a qualidade de bebida do café (Arcila-Pulgarin & Valência-Aristizabal, 1975; Carvalho et al., 1994), visto que o estádio de maturação verde proporciona café de má qualidade, com a atividade da polifenoloxidase baixa, e o estádio de maturação cereja proporciona um café de melhor qualidade, com a atividade da polifenoloxidase mais alta.

Lixiviação de potássio

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram haver diferenças significativas nos valores de lixiviação de K em três horas de embebição dos grãos de café, nos diferentes estádios de maturação. A maior lixiviação de K ocorreu nos grãos colhidos verdes, seco/passa, verde-cana, e com menores valores, os grãos cereja, cabendo ressaltar que os grãos verde-cana não mostraram diferença significativa em relação ao seco/passa e ao cereja. Tais resultados não apresentam variações definidas com o estádio de maturação.

Os valores de lixiviação de íons K encontrados no presente trabalho, após três horas de embebição dos grãos, se apresentaram um pouco superiores aos

TABELA 1. Valores de atividades médias da polifenoloxidase em grãos de café (u/min/g de amostra), referentes a quatro diferentes estádios de maturação dos frutos.

Estádios de maturação	Polifenoloxidase (u/min/g) ¹	Qualidade da bebida
Verde	54,37c	Não-aceitável
Verde-cana	63,90b	Fino
Cereja	68,54a	Extra-fino
Seco/passa	66,29ab	Fino
CV	3,83 %	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

verificados por Prete (1992), que foram de 42,49 ppm no líquido/g de amostra de grãos colhidos verdes, e 18,30 ppm no líquido/g de amostra para grãos colhidos cereja com três horas e meia de embebição dos grãos, porém com variações entre os estádios, bastante semelhantes (Tabela 2). Pode-se, assim, dizer que cafés de melhor qualidade como o cereja apresentam menos grãos defeituosos, e portanto mostram menores lixiviações de íons K, pelo fato de estes grãos apresentarem as paredes celulares menos deterioradas, e, conseqüentemente, menor saída destes íons do interior das células. A maior lixiviação nos grãos verdes e secos/passa pode, talvez, ser atribuído ao fato de os grãos verdes ainda não terem suas membranas celulares bem estruturadas e apresentarem elevados teores de K no interior de suas células, ao passo que os secos/passa podem já ter sofrido desestruturação de membranas pela ação de enzimas pécicas; isto é confirmado pela mais alta atividade da poligalacturonase neste estádio de maturação, hidrolisando as ligações glicosídicas das pectinas, solubilizando-as, e, conseqüentemente, desestruturando-lhes as paredes celulares (Pimenta, 1995).

Os resultados expressos na Tabela 2 mostram haver diferenças significativas na percentagem de perda de K por lixiviação após três horas de embebição dos grãos, nos diferentes estádios de maturação. Os grãos colhidos verdes apresentaram maior percentagem de perda de íons K, seguidos do seco/passa; com menores perdas se mostraram o verde-cana e o cereja.

TABELA 2. Valores médios de lixiviação de potássio e percentagem de perda de potássio, após três horas de embebição dos grãos de café (ppm/g), referentes a quatro diferentes estádios de maturação dos frutos.

Estádios de maturação	Lixiviação de potássio (ppm no líquido/g) ¹	% de perda de potássio ¹
Verde	59,19a	0,29a
Verde-cana	33,95bc	0,20bc
Cereja	24,37c	0,16c
Seco/passa	38,15b	0,22b
CV	18,32%	17,18%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As maiores percentagens de perdas no verde, independentemente dos teores de K apresentados, indicam haver neste estádio maior lixiviação de K, possivelmente por estarem as membranas celulares com estruturação incompleta. Já os altos valores também apresentados pelo seco/passa mostraram ter ocorrido, neste estádio, maior desestruturação das membranas celulares, pela atuação das enzimas pécicas, com as menores perdas no verde-cana e no cereja, o que indica melhores conformações das paredes celulares e melhor qualidade (Pimenta, 1995).

Classificação por bebida, tipo e número de defeitos

A Tabela 3 demonstra haver diferenças significativas na classificação do café (quanto ao tipo e número de defeitos) nos diferentes estádios de maturação dos grãos. Os grãos colhidos no estádio de maturação verde apresentaram maior número de defeitos, e foram considerados desclassificados para comercialização pelo tipo, e, por sua vez, foram avaliados como de bebida dura, seguidos do seco/passa; ambos os tipos mostraram valores intermediários, classificados como tipo 6 e como bebida dura; e com menor número de defeitos se apresentaram o verde-cana e o cereja, que foram classificados como tipo 6 e também como bebida dura.

Os valores verificados no presente trabalho permitem salientar a tendência dos provadores, em provas de xícara, de classificar os cafés como bebida dura, quando se pode observar que um café colhido verde com média muito elevada de defeitos

TABELA 3. Valores médios da classificação pelo número de defeitos, tipo e bebida, em grãos de café, referentes a quatro diferentes estádios de maturação dos frutos.

Estádios de maturação	Defeitos ¹	Tipo	Bebida
Verde	755a	Desclassificado	Dura
Verde-cana	91c	6	Dura
Cereja	108bc	6	Dura
Seco/passa	121b	6	Dura
CV	4,51%		

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

e sendo desclassificado para a comercialização, apresenta uma mesma bebida dura que um café colhido cereja, com número baixo de defeitos classificado como tipo 6. Confirmam-se, assim, as afirmativas de Cortez (1988), o qual, avaliando a subjetividade das provas de xícara, encontrou resultados estatísticos que colocam em dúvida a precisão com que os provadores classificam os cafés com relação à bebida.

De modo geral, tem-se observado que a análise sensorial (prova de xícara) tem considerado a bebida dura como valorização máxima do café, dificultando, assim, as avaliações em trabalhos de pesquisa nos quais se necessita de resultados mais precisos. Esta tendência de avaliação também foi observada nos trabalhos de Leite (1991) e Chagas (1994).

Cabe ressaltar que em trabalhos da Organización Internacional Del Café (1991) tem-se dado ênfase ao fato de que a presença de grãos verdes desclassifica o café para comercialização como gourmet. Concluiu-se que o café colhido verde dá origem a uma bebida muito desagradável, ao ponto de tornar o café não-palatável e isto explica o porquê da qualidade mínima destes grãos nas misturas causar uma grande deterioração na qualidade final da bebida do café. Conclui-se, ainda, que as bebidas de excelente qualidade sensorial são as obtidas de amostras de cafés maduros (cereja).

Os resultados obtidos em trabalhos da Organización Internacional del Café (1991) utilizando de seis a nove provadores, membros do painel da OIC, contradizem os resultados dos provadores (prova de xícara) do presente trabalho e estão mais de acordo com a avaliação da qualidade pela atividade da polifenoloxidase obtida no presente trabalho.

CONCLUSÕES

1. O estágio de maturação cereja apresenta maior atividade da polifenoloxidase e baixa lixiviação de potássio.

2. Os grãos colhidos no estágio de maturação verde mostram elevada lixiviação de potássio e baixa atividade da polifenoloxidase.

3. A secagem dos frutos na planta, promove elevação na lixiviação de potássio e diminui a atividade da polifenoloxidase.

4. O estágio de maturação verde-cana mostra valores intermediários na maioria dos parâmetros analisados.

5. A classificação dos cafés pela atividade da polifenoloxidase, associada a outros parâmetros químicos é de não-aceitável (bebida riada e rio) para café colhido verde; de fino (bebida mole e apenas mole) para verde-cana, e de seco/passa e extra fino (bebida estritamente mole) para grãos cereja.

6. A análise de bebida mediante prova de xícara não apresenta diferença entre os estádios de maturação, classificando-a como "bebida dura".

REFERÊNCIAS

- AMORIM, H.V. Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração de qualidade. Piracicaba: ESALQ, 1978. Tese de Livre Docência.
- AMORIM, H.V.; SILVA, O.M. Relationship between the polyfenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. *Nature*, New York, n.219, p.381-382, 1968.
- AMORIM, H.V.; SMUCKER, R.; PFISTER, R. Some physical aspects of Brazilian green coffee beans and the quality of the beverage. *Turrialba*, v.26, n.1, p.24-27, 1976.
- ARCILA-PULGARIN, J.; VALÊNCIA-ARISTIZABAL, G. Relación entre la actividad de la polifenoloxidase (PFO) y las pruebas de catación como medidas de la bebida de café. *Cenicafé*, Caldas, v.26, n.2, p.55-71, 1975.
- BARTHOLLO, G.F. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.14, n.162, p.33-44, 1989.
- CARVALHO, V.D. de.; CHAGAS, S.J. de R.; CHALFOUN, S.M.; BOTREL, N.; JUSTE JUNIOR, E.S.G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, mar. 1994.
- CHAGAS, S.J. de R. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1994. 83p. Tese de Mestrado.

- CORTEZ, J.G. Aplicações da espectroscopia fotoacústica na determinação da qualidade do café. *Cafeicultura Moderna*, Campinas, v.1, n.2, p.31-33, jul./ago. 1988.
- DRAETTA, L.S.; LIMA, D.C. Isolamento e caracterização das polifenoloxidasas do café. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.7, p.13-28, jun. 1976.
- FELDMAN, J.R.; RYDER, W.S.; KUNG, J.T. Importance of non volatile compounds to the flavor of coffee. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, v.17, p.733-739, 1969.
- GNAGY, M.J. Chlorogenic acid in coffee and coffee substitutes. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, Washington, v.44, p.272-275, 1961.
- LEITE, I.P. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.). Lavras, MG: UFLA, 1991. 135p.
- OLIVEIRA, J.C. de. Relação da atividade enzimática da polifenoloxidase, peroxidase e catalase dos grãos de café e a qualidade da bebida. Piracicaba: ESALQ, 1972. 80p.
- ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. Estudios de investigación de evaluación sensorial sobre la calidad del café cultivado en la región de Patrocinio en el Estado de Minas Gerais en Brasil. Londres, 1991. n.p. (Reporte de Evaluación Sensorial).
- PIMENTA, C.J. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação. Lavras: UFLA, 1995. 94p.
- PONTING, J.D.; JOSLING, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, v.19, p.47-63, 1948.
- PRETE, C.E.C. Condutividade elétrica do exsudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida. Piracicaba: ESALQ, 1992. 125p. Tese de Doutorado.

