

DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E TEMPOS DE ENSACAMENTO SOBRE A QUALIDADE DO CAFÉ

Caroline Lima Angélico¹, Carlos José Pimenta², Sára Maria Chalfoun³,
Sílvio Júlio de Resende Chagas⁴, Marcelo Cláudio Pereira⁵, Yasmin Chalfoun⁶.

(Recebido: 26 de março de 2010; aceito: 21 de setembro de 2010)

RESUMO: Apesar de bastante combatido, muitas vezes o ensacamento dos frutos de café antes da secagem ocorre ainda na lavoura devido a fatores adversos logo após a colheita, tais como chuvas durante a colheita, problemas durante o transporte para o local de secagem ou até mesmo o mau dimensionamento do terreiro, além da não disponibilidade de secadores mecânicos pela maioria dos pequenos produtores, necessitando assim, de maior embasamento científico. Diante desse fato, objetivou-se com este estudo avaliar o real efeito dessa prática sobre a qualidade do café em diferentes estádios de maturação, ensacados por até quatro dias antes da secagem, bem como verificar o comportamento dos diferentes estádios com relação a esse procedimento. Análises físicas, químicas, físico-químicas e classificação quanto ao tipo e bebida foram realizadas em frutos de café da cultivar Acaiaí (*Coffea arabica* L.), coletados no município de Perdões - MG e separados manualmente após a colheita no pano, em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos). Depois da separação, os mesmos foram acondicionados em sacos de polietileno trançado e submetidos a cinco tempos de ensacamento, variando em 0, 1, 2, 3 e 4 dias. Após cada período, as amostras foram secas em terreiro de cimento para a realização das análises. Os resultados das análises apontaram que os parâmetros condutividade elétrica, lixiviação de potássio e atividade da polifenoloxidase mostraram-se como importantes marcadores de qualidade. A prova de xícara classificou a maioria dos tratamentos como Dura. Diante dos resultados obtidos, o ensacamento promoveu perda de qualidade dos grãos, a partir do primeiro dia.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L., composição química, qualidade.

DIFFERENT STAGES OF MATURITY AND TIMES OF BAGGING IN RELATION TO QUALITY OF COFFEE

ABSTRACT: Although causing extensive damage, bagging coffee cherries before drying occurs even in the field due to adverse factors soon after boltering, such as rain during the harvest, problems during transport to the drying area or even the poor plantation design, besides the lack of mechanical dryers for most small producers, thus requiring a more scientific foundation. Given this fact, the aim of this study was to evaluate the real effect of this practice on the quality of coffee in different stages of maturation, bagging from up to four days before drying, and to verify the behavior of different stages with regard to this procedure. Physical, chemical, and physicochemical analysis as well as classification according to type and drink were performed using Acaiaí coffee fruits (*Coffea arabica* L.) collected at Perdões - MG and separated by hand after picking, in four maturation stages (green / greenish yellow, cherry, dried pruns and fruit mixture). After separation, they were packed in polyethylene bags and subjected to five bagging times ranging from 0, 1, 2, 3 and 4 days. After each period, samples were dried in a concrete yard for analysis. The analysis results showed that the electrical conductivity parameters, leaching of potassium and PPO activity were shown to be as important quality markers. Taste tests classified most treatments as "hard coffee". Based on these results it was found that bagging promoted loss of bean quality from the first day.

Keywords: *Coffea arabica* L., chemical composition, quality.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade do café é obtida através de diversos parâmetros de natureza física e química dos

grãos, além do atributo sensorial e da segurança do produto final.

Diversos fatores na pré-colheita como espécies e variedades, local de cultivo, estádio de maturação

¹Autor para correspondência: Doutoranda do Departamento de Ciência dos Alimentos, UFLA, caixa postal 3037, Lavras-Minas Gerais, 37200-000, carolineoi@oi.com.br

²Dr. Departamento de Ciência dos Alimentos, UFLA, Caixa Postal 3037, Lavras- Minas Gerais, 37200-000, carlos.pimenta@pq.cnpq.br

³Dra. Pesquisadora- EPAMIG/CRSM, Campus UFLA, Caixa Postal 176, Lavras, Minas Gerais, 37200-000, chalfoun@ufla.br

⁴Dr. Pesquisador- EPAMIG/CRSM, Campus UFLA, Caixa Postal 176, Lavras, Minas Gerais 37200-000 silviojrc@epamig.br

⁵Dr. Pesquisador- EPAMIG/CRSM-INCT, Campus UFLA, Caixa Postal 176, Lavras, Minas Gerais 37200-000, science.testscience0@gmail.com

⁶Mestranda do Departamento de Medicina Veterinária, UFLA, Caixa Postal 3037, Lavras, Minas Gerais, 37200-000, yasminchal@gmail.com

dos frutos, incidência de microrganismos, efeito de adubações (AMORIM et al., 1965), e fatores climáticos (ORTOLANI et al., 2000), bem como fatores na pós-colheita como fermentações (MARTINS; CAMARGO; BATACLIA, 2005) podem comprometer a composição química dos grãos e consequentemente a qualidade e a segurança da bebida do café. Dentre os manejos na pós-colheita, uma das recomendações técnicas mais difundidas é a de que o transporte dos frutos da lavoura para os terreiros de secagem deve ser realizado o mais rapidamente possível, evitando, dessa forma, que fiquem amontoados na área de produção, para minimizar o problema de fermentação, que acontece de maneira mais intensa quanto maior for a umidade dos frutos.

A possibilidade de ocorrência de alguns entraves após a derricha, tais como chuvas durante a colheita; problemas de transporte para o local de secagem; o mau dimensionamento do terreiro, não comportando toda a produção de frutos colhidos e a não disponibilidade de secadores mecânicos pela maioria dos pequenos produtores, faz com que os frutos permaneçam ensacados à espera da esparramação para secagem por até alguns dias. Assim, várias informações sobre os malefícios promovidos pelas fermentações que ocorrem nos frutos de café são apresentadas na literatura (AMORIM, 1978). Poucos trabalhos apresentam resultados concretos a respeito do que realmente os entraves acima mencionados possam vir a acarretar com a permanência dos frutos ensacados antes da secagem. Também a suposição de que diferentes estádios de maturação apresentem comportamentos diferenciados frente ao ensacamento, serviram de apoio para a realização do estudo em questão que apresentou como objetivos verificar diferenças em parâmetros físicos, químicos, físico-químicos e a classificação quanto ao tipo e bebida, em cafés de diferentes estádios de maturação, previamente ensacados por diferentes períodos antes da secagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Experimento - O presente estudo foi realizado em amostras de café da cultivar Acaíá (*Coffea arabica* L.), provenientes do ano agrícola 2007/2008, coletadas na lavoura localizada na Fazenda Estância da Lagoa, no município de Perdões - MG.

Frutos foram coletados e separados manualmente após a derricha no pano, em quatro estádios de maturação (verde/verde cana, cereja, passa/seco e mistura de frutos). A fração mistura foi constituída por 8% de frutos verde/verde cana, 81% de frutos cereja e 11% de frutos passa/seco. Para cada estádio, foram separados 120 litros de frutos, sendo cada repetição composta por 40 litros que, posteriormente, foram acondicionados em sacos de polietileno trançado e submetidos a cinco tempos de ensacamento, antes da secagem em terreiro de cimento (T0, T1, T2, T3 e T4 correspondendo a 0, 1, 2, 3 e 4 dias). A temperatura média na massa foi em média 27°C no estádio verde/verde cana, 30°C na fração mistura, 33°C no estádio cereja e 28°C no estádio passa/seco. Após cada período, os frutos foram secos em terreiro de cimento até 12% de umidade. Posteriormente, foram beneficiados e encaminhados para a realização das análises físicas, químicas e físico-químicas no Laboratório de Qualidade do Café Dr. Alcides Carvalho, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG-CRSM e no Laboratório Central de Análises do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Metodologias utilizadas nas análises:

Condutividade Elétrica e Lixiviação de Potássio: Determinada segundo Prete (1992).

Teor de Cafeína: Determinada de acordo com o método colorimétrico descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

Ácido Clorogênico: Determinado por método fotométrico, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

Índice de coloração: Determinado pelo método descrito por Singleton (1966) e adaptado para café de acordo com Carvalho et al. (1994).

Polifenoloxidase: O extrato enzimático da polifenoloxidase foi obtido segundo o processo de extração descrito por Draetta e Lima (1976) e a atividade da enzima foi determinada pelo método descrito por Ponting e Joslyng (1948).

Classificação por tipo – Realizada segundo a Instrução Normativa nº 8 (BRASIL, 2003).

Classificação pela bebida (Prova de xícara) - Realizada por provadores experientes.

Análise estatística - O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) num fatorial de 5 x 4 (5 tempos de ensacamento x 4 estádios de maturação) e três repetições. Após a obtenção dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância. Para comparação das médias entre os diferentes estádios de maturação, foi utilizado o teste Scott-Knott ao nível de 1% e 5% de probabilidade e para observar a influência do ensacamento nos diferentes tempos, foi utilizado o teste de Regressão. Ambos foram realizados utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Condutividade Elétrica e Lixiviação de Potássio

Diversos estudos colocam a Condutividade Elétrica e a Lixiviação de Potássio como importantes parâmetros no que diz respeito à qualidade dos grãos (BORÉM et al., 2007; CHAGAS et al., 2007; PRETE, 1992), relacionando essas análises com a integridade das membranas celulares em virtude do aumento ou diminuição de íons no soluto.

Pelos resultados inseridos na Tabela 1 demonstra-se que, nos estádios verde/verde cana e cereja, o ensacamento promoveu aumento linear nos valores de condutividade elétrica à medida que se aumentou o tempo de ensacamento, porém no estádio cereja, esse aumento foi mais acentuado a partir do tempo 3, sendo indicativo de maiores deteriorações provenientes de processos fermentativos, pois nesse estádio de maturação, a temperatura mais elevada na massa de frutos cereja é indicativo forte dessa maior fermentação. A fração mistura também se comportou de forma semelhante, apesar de haver diminuição no teor médio do tempo 4, o que pode ser atribuído à sua constituição. Dessa forma, fica evidenciado que o processo de ensacamento foi prejudicial à integridade dos grãos. Entre as frações estudadas observou-se que os maiores valores foram atribuídos ao estádio verde/verde cana e os menores ao estádio cereja, em todos os tempos de ensacamento. Durante o crescimento da célula, a membrana primária se mantém relativamente fina e elástica, tornando-se mais grossa e rígida somente após o crescimento ter sido completado. Dessa forma, durante seu

amadurecimento, são adicionadas novas camadas de celulose à membrana primária, com formação da membrana secundária que se torna menos flexível. Assim, pode-se adotar a suposição de que grãos oriundos de frutos em estádio inicial de maturação tendem a possuir valores mais altos de condutividade elétrica em razão da estruturação das membranas celulares não estar totalmente completa (PIMENTA, 1995; PIMENTA et al., 2008; PRETE, 1992), acarretando maior quantidade de íons no soluto, como observado no estádio de maturação verde/verde cana. Outra suposição seria a maior ocorrência de defeitos nesse estádio. Os menores valores no estádio de maturação cereja podem indicar membranas celulares mais bem estruturadas, por ocasião do ponto ótimo de maturidade fisiológica. No estádio passa/seco, os valores médios intermediários, porém altos em relação ao estádio cereja indicam que as perdas de água pelos frutos ainda na planta, podem ser interpretadas como um processo capaz de promover comprometimento de membranas celulares por processos fermentativos, anteriormente ocorridos (PIMENTA et al., 2008).

Com relação ao ensacamento, o teste de regressão indicou que, aumentando o tempo de ensacamento houve aumento de condutividade elétrica nos estádios verde/verde cana, cereja e fração mistura (Figura 1).

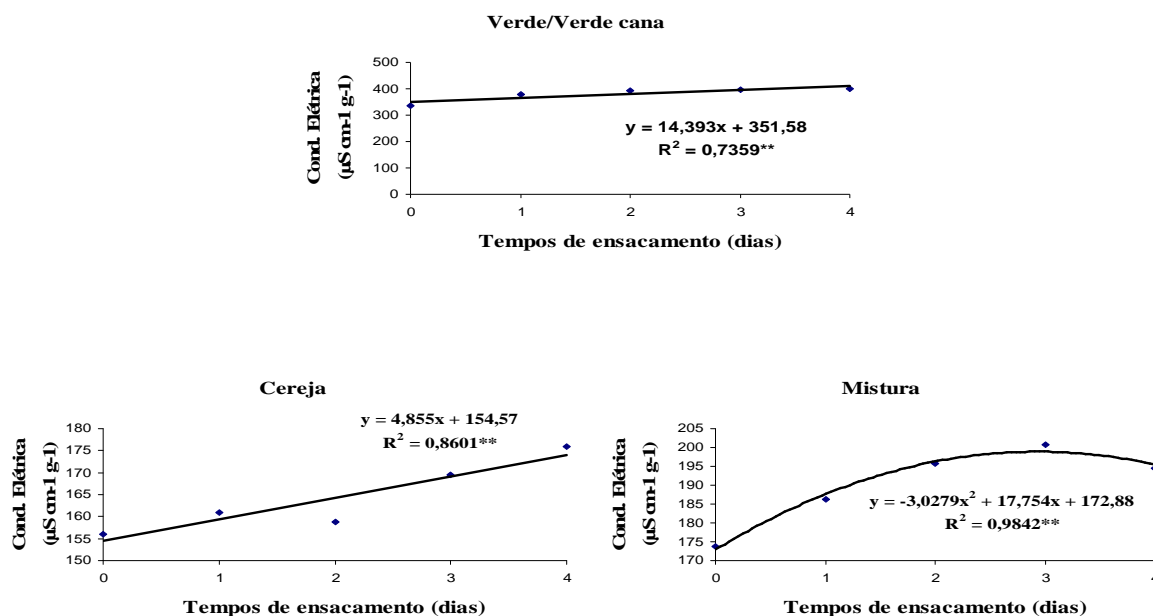
Com relação a Lixiviação de Potássio, entre os estádios de maturação, assim como na análise de condutividade elétrica, também foram observados maiores teores nos estádios verde/verde cana, seguido de passa/seco, mistura e cereja (Tabela 1). O ensacamento influenciou os valores de lixiviação de potássio nos estádios verde/verde cana, cereja e fração mistura (Figura 2). Portanto, houve diferenças significativas entre os estádios de maturação, bem como interação entre tempos de ensacamento e estádios de maturação (Tabela 1).

O potássio é o íon presente em maior quantidade no café, assim, quanto maior o nível de injúrias no grão, maiores serão as perdas de conteúdo celular para a solução, maiores serão os valores de potássio lixiviados presentes no exudato, e conseqüentemente, maiores os valores de condutividade elétrica (BORÉM et al., 2007). Assim, neste estudo também ficou constatada essa correlação.

Tabela 1 – Valores* de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) e Lixiviação de K (ppm/g) em café (*Coffea arabica* L.) de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempo de ensacamento (dias)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)*			
	Verde/verde cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	334,78 A	156,04 D	197,90 B	173,64 C
1	379,42 A	161,04 D	195,05 B	186,24 C
2	393,22 A	158,84 C	194,92 B	195,86 B
3	395,93 A	169,55 C	194,67 B	200,83 B
4	398,49 A	176,04 C	190,97 B	194,56 B
CV (%) = 1,7				
Tempo de ensacamento (dias)	Lixiviação de Potássio (ppm/g)*			
	Verde/verde cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	120,53 A	40,51 D	49,95 B	44,36 C
1	120,58 A	38,97 D	49,29 C	48,80 B
2	126,52 A	39,88 D	49,75 C	52,68 B
3	127,98 A	44,30 D	49,49 C	54,21 B
4	129,52 A	49,27 C	49,28 C	54,58 B
CV (%) = 0,7				

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

**Figura 1** – Teores de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), em cafés (*Coffea arabica* L.) dos estádios de maturação verde/verde cana e cereja e fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

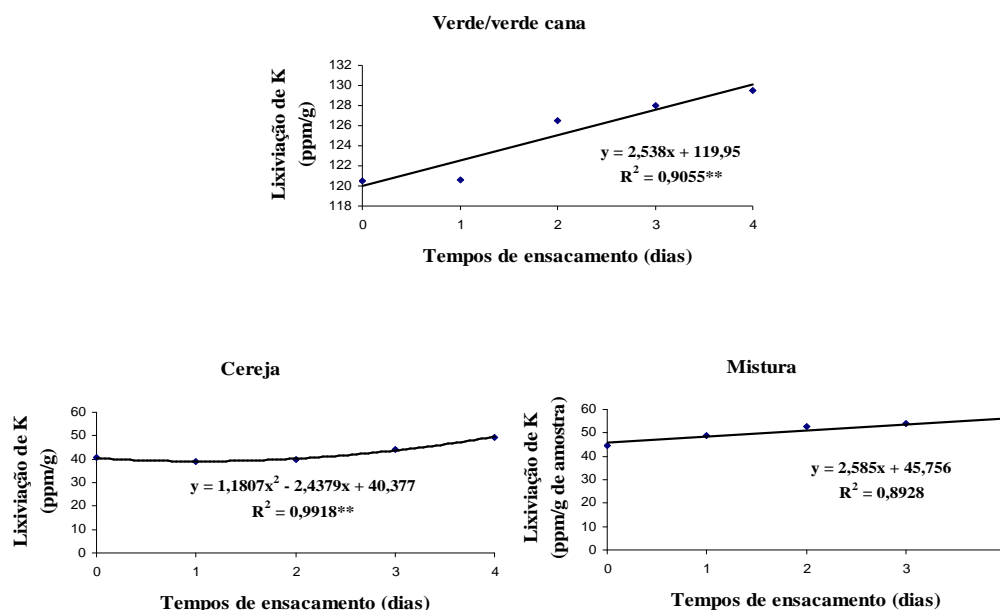


Figura 2 – Teores de lixiviação de K (ppm/g), em cafés (*Coffea arabica* L.) dos estádios de maturação verde/verde cana e cereja e fração mistura, submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

No estágio verde/verde cana o ensacamento promoveu aumento linear nos valores médios de lixiviação de potássio. Já no estágio cereja e na fração mistura, um maior aumento de íons potássio lixiviados ocorreu a partir do tempo 3 e do tempo 1, respectivamente (Figura 2). Dessa forma, a maior lixiviação de íons potássio com o aumento no tempo de ensacamento foi indício de perda de qualidade dos grãos. Pimenta (2001), também encontrou valores crescentes a partir do segundo dia com elevação à medida que se elevou o tempo de ensacamento.

Cafeína e Ácido Clorogênico

Os valores médios demonstraram haver diferenças significativas no teor de cafeína entre os diferentes estádios de maturação avaliados e entre os diferentes tempos de ensacamento dos frutos, assim como também na interação entre esses tratamentos (Tabela 2). O teste de regressão não promoveu boa visualização das diferenças ocorridas, pois os dados não foram bem ajustados aos modelos linear e quadrático, por isso o teste de médias se apresentou mais eficiente para a discussão dos resultados.

De acordo com a Tabela 2, o ensacamento não afetou os teores médios de cafeína no estágio verde/verde cana que permaneceram inalterados no decorrer do período. No estágio de maturação cereja foram observadas reduções nos teores de cafeína a partir do terceiro dia de ensacamento e no estágio passa/seco, no segundo dia. Entre os estádios de maturação, pode-se observar que o estágio verde/verde cana apresentou valores superiores às outras frações na maioria dos tempos de ensacamento. O estágio cereja apresentou menor valor médio no quarto dia de ensacamento, em relação aos demais.

Dessa forma, fica evidenciado no presente trabalho que os processos fermentativos ocorridos em virtude do ensacamento dos frutos, promoveram redução nos teores médios de cafeína nos estádios de maturação cereja e passa/seco e na fração mistura. Pimenta e Vilella (2001), também encontrou evidências de decréscimo no teor de cafeína em cafés mantidos ensacados por até 7 dias e atribuiu o fato a uma provável degradação por microrganismos, durante os processos fermentativos a que os frutos se encontraram sujeitos. Estudos enzimáticos (FARAH et al., 2005), sugerem que o nível entre biossíntese e biodegradação pode determinar o

Tabela 2 – Valores* de Cafeína (%) e Ácido Clorogênico (%), em cafés (*Coffea arabica* L.) de diferentes estádios de maturação, submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempo de ensacamento (dias)	Cafeína (%)			
	Verde/verde cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	1,34 a* A**	1,14 a B	1,15 b B	1,14 a A
1	1,35 a A	1,13 a B	1,36 a A	1,10 a B
2	1,34 a A	1,14 a B	1,19 b B	1,12 a B
3	1,35 a A	1,03 b B	1,10 b B	1,10 a B
4	1,33 a A	1,01 b C	1,10 b B	1,14 a B
CV (%) = 7,73				
Tempo de ensacamento (dias)	Ácido Clorogênico (%)			
	Verde/verde cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	6,25 A**	5,75 B	5,70 B	6,17 A
1	6,62 A	5,73 B	5,92 B	6,31 A
2	6,58 A	5,52 C	6,12 B	5,63 C
3	6,63 A	5,62 C	5,90 B	5,43 C
4	6,37 A	5,33 B	5,65 B	5,67 B
CV (%) = 5,27				

* Médias com a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

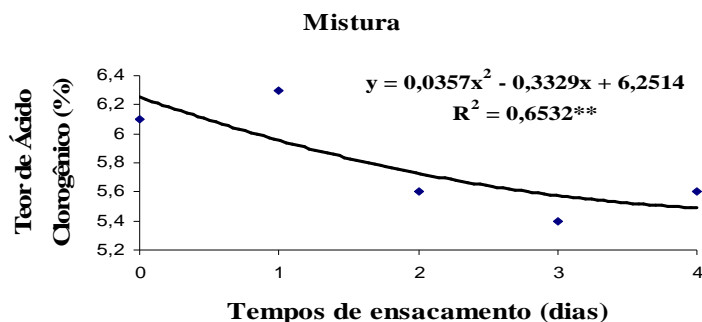
conteúdo de cafeína em tecidos de café. Segundo os autores, isso explica porque o conteúdo de cafeína é alto em frutos imaturos e folhas novas de *Coffea arabica*, justificando assim o maior teor desse alcalóide no estádio verde/verde cana.

Com relação ao ácido clorogênico, os teores médios exibidos na Tabela 2 indicam a ocorrência de diferenças significativas nos estádios de maturação com influência do ensacamento e também a interação entre os estádios de maturação nos diferentes tempos de ensacamento. O café in natura contém de 6-12 % de ácidos clorogênicos (SIQUEIRA; ABREU, 2006) e os valores encontrados no presente trabalho estão um pouco abaixo da faixa indicada por esses autores e acima dos encontrados por (LOPES, 1988), que foi de 3,81 % em café natural. A fração mistura foi a única que sofreu influência em decorrência do ensacamento dos frutos (Figura 3) com redução nos valores médios a partir do segundo dia, mantendo-se inferior até o final do período em relação ao tempo 0, porém sofrendo oscilações. Esse fato pode não ser evidência de degradação dos ácidos clorogênicos em razão dos processos fermentativos e sim a constituição

não homogênea dos grãos. Pimenta (1994), avaliando épocas de colheita, encontrou maiores teores nas duas primeiras épocas estudadas, e concluiu que os maiores valores poderiam ser atribuídos à grande quantidade de frutos verdes na primeira e segunda época de colheita. Essa não degradação pode ser considerada benéfica, pois durante a torra do café, esses ácidos formam compostos bioativos denominados quinóides que estão relacionados à capacidade de suprimir a depressão (LIMA, 2010).

Índice de Coloração

Carvalho et al. (1994), afirmam que, na classificação do café, a cor pode levar à rejeição do produto por permitir revelar os cuidados na colheita, secagem e armazenamento. Os resultados demonstraram diferenças significativas entre os estádios de maturação (Tabela 2) e entre os tempos de ensacamento (Figura 4) para algumas frações. O teste de regressão não apresentou diferenças para o índice de coloração no estádio de maturação verde/verde cana cujos valores permaneceram inalterados durante todo o período. A fração mistura também não



Tempos de ensacamento (dias)

Figura 3 – Teores de ácido clorogênico (%), em cafés (*Coffea arabica* L.) da fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

Tabela 3 – Valores de Índice de coloração (m μ) em cafés (*Coffea arabica* L.) de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento, antes da secagem.

Tempo de ensacamento (dias)	Estádios de Maturação			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	2,17 A*	1,42 B	1,41 B	1,46 B
1	1,96 A	1,12 C	1,52 B	1,44 B
2	2,13 A	1,16 B	1,55 B	1,24 B
3	2,00 A	0,85 D	1,60 B	1,17 C
4	2,10 A	1,02 B	1,09 B	1,29 B

CV (%) = 17,56

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott.

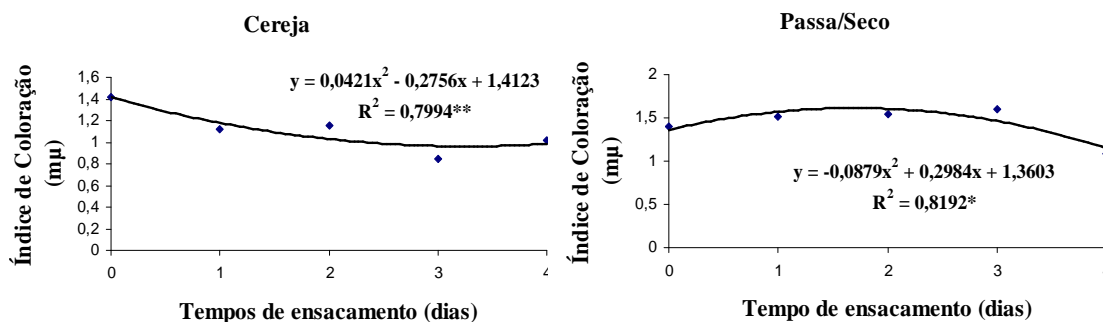


Figura 4 – Valores de Índice de Coloração (m μ) nos cafés (*Coffea arabica* L.) dos estádios de maturação cereja e passa/seco, submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

sofreu alterações com o aumento no período de ensacamento, ao contrário do que foi observado por Farah et al. (2005), que encontraram valores decrescentes para essa variável a partir do segundo

dia e menor valor no último período, ao estudar o ensacamento dos frutos por até sete dias. Portanto, foram evidenciadas diferenças somente nos estádios de maturação passa/seco e cereja (Figura 4).

A influência do ensacamento promoveu menor valor de escurecimento nos grãos provenientes de frutos da parcela cereja a partir do primeiro dia de ensacamento e na parcela passa/seco no último período, indicando piora na qualidade (Figura 4), como observado por Amorim e Silva (1968), que encontraram maiores valores em cafés classificados como estritamente mole e menores valores em cafés classificados como rio.

Entre os estádios, percebe-se que os maiores valores ocorreram no estádio de maturação verde/verde cana, sendo também, seus valores superiores aos demais estádios, em todos os tempos de ensacamento (Tabela 3). Tal fato pode ser atribuído provavelmente à presença de maior número de defeitos pretos, não correspondendo, nesse caso, a uma fração com melhor qualidade já que a não influência de processos fermentativos nessa fração é comprovada devido a sua composição química não ser favorável ao desenvolvimento de microrganismos por possuir maior teor de taninos e menor teor de açúcares.

Durante o tempo de ensacamento, mesmo ocorrendo oscilações, os decréscimos nos valores médios na parcela cereja, indicam que foi a parcela que mais sofreu alterações por ocasião dos processos fermentativos em relação aos outros estádios, ficando evidenciados nos tempos de ensacamento 1 e 3 (Figura 4).

Atividade da enzima Polifenoloxidase (PFO)

Os valores médios observados, para a avaliação da atividade da enzima PFO apenas não diferiram estatisticamente no estádio de maturação cereja (Tabela 4).

O teste de regressão apresentou diferença na atividade dessa enzima somente na fração mistura (Figura 5). Nos estádios de maturação verde/verde cana, cereja e passa/seco, os valores médios não sofreram alterações por ocasião do aumento no tempo de ensacamento, sendo assim, para esses estádios, o ensacamento por até quatro dias não foi capaz de alterar a atividade da PFO. Como as parcelas cereja e passa/seco, que são mais propensas a fermentações não sofreram alterações em virtude do ensacamento, pode-se supor que a diminuição nos teores médios no terceiro e quarto dia na parcela mistura (Figura 5), seja devido a não homogeneidade dos grãos com a presença de um

número maior de grãos verde/verde cana, assim como no tempo 1.

Ao observar as médias para essa variável, nos diferentes estádios de maturação, nota-se que a atividade dessa enzima no tempo 0, foi igual estatisticamente entre as frações cereja, passa/seco e mistura, sendo os valores dessas frações superiores aos valores da parcela verde/verde cana (Tabela 4). A partir do segundo dia de ensacamento e durante todo o período restante, os valores da parcela cereja foram superiores aos demais, que não diferiram estatisticamente (Tabela 4). As enzimas polifenoloxidases atuam nos polifenóis, diminuindo sua ação antioxidante sobre aldeídos e facilitando a sua oxidação, resultando na produção de quinonas, que inibem a ação das polifenoloxidases (CARVALHO, 1997). Assim, pode-se estabelecer uma correlação entre baixa atividade da PFO e cafés de baixa qualidade (PIMENTA, 1995), justificando os menores teores observados na fração verde/verde cana.

Uma tabela de classificação proposta por Carvalho et al. (1994), sugere relacionar valores de atividade da PFO com padrões de bebida. Os autores atribuíram valores superiores a 67,66 u/min/g de amostra como cafés de bebida estritamente mole, de 62,99 a 67,66 u/min/g de amostra como bebida mole e apenas mole, 55,99 a 62,99 u/min/g de amostra como bebida classificada como dura e padrões de bebida rio e riada com valores inferiores a 55,99 u/min/g de amostra. De acordo com a tabela proposta pelos autores, a classificação da bebida nos estádios de maturação verde/verde cana e passa/seco em todos os tempos de ensacamento seria classificada como “Dura”. Para a parcela mistura no tempo 0, a classificação seria bebida “Mole” e a partir do primeiro dia de ensacamento, até o tempo 4, seria classificada como bebida “Dura”, indicando assim, perda da qualidade. Já para a fração cereja, os valores médios obtidos classificam a bebida como padrão “Mole”, em todos os tempos de ensacamento (Tabela 4).

Classificação por tipo e pela bebida (prova de xícara)

Os resultados expressos na Tabela 5 demonstram a classificação por tipo e na Tabela 6 está a classificação pela bebida (prova de xícara) nos cafés de diferentes estádios de maturação, submetidos a diferentes tempos de ensacamento do presente estudo.

Tabela 4 – Valores da atividade da enzima Polifenoloxidase (PFO) (u/min/g de amostra), em cafés (*Coffea arabica* L.) de diferentes estádios de maturação e submetidos a cinco tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempo de ensacamento (dias)	Estádio de Maturação			
	Verde/Verde Cana	Cereja	Passa/Seco	Mistura
0	61,25 B*	63,00 A	62,40 A	63,43 A
1	59,48 C	63,65 A	61,33 B	61,72 B
2	62,00 B	63,89 A	61,29 B	62,41 B
3	61,21 B	64,14 A	61,95 B	60,53 B
4	60,83 B	64,23 A	61,88 B	61,24 B

CV (%) = 1,54

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

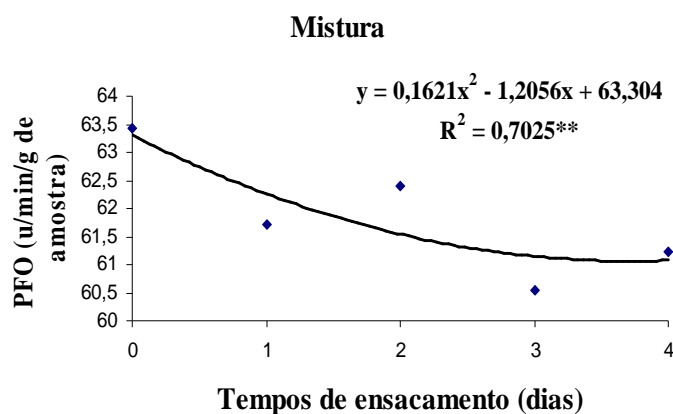


Figura 5 – Valores médios de PFO (u/min/g de amostra), em cafés (*Coffea arabica* L.) originados da fração mistura submetidos a diferentes tempos de ensacamento, antes da secagem.

Tabela 5 – Classificação quanto ao tipo por provadores (P) em cafés (*Coffea arabica* L.) de diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempo de ensacamento (dias)	Ano Agrícola 2007/2008											
	Verde/verde cana			Cereja			Passa/Seco			Mistura		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
0	8 ab	8 ab	8 ab	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1	8 ab	8 ab	8 ab	6	6	6	7	6	6	7	6	6
2	8 ab	8	8	6	6	6	6	6	6	7	7	7
3	8 ab	8	8 ab	6	6	6	7	6	6	6	7	6
4	8 ab	8 ab	8 ab	6	6	6	6	6	6	7	6	6

P1 – provador 1; P2 – provador 2, P3 – provador 3, ab. - abaixo de 8

Tabela 6 – Classificação pela prova de xícara segundo provadores (P) em cafés (*Coffea arabica* L.) de diferentes estádios de maturação e submetidos a diferentes tempos de ensacamento antes da secagem.

Tempo de ensacamento (dias)	Ano Agrícola 2007/2008											
	Verde/verde cana			Cereja			Passa/Seco			Mistura		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
0	DV	V	V	D	D	D	D	D	D	D	DR	D
1	DV	V	V	DF	D	D	D	D	D	DF	D	D
2	DV	DV	DV	DF	D	D	D	DR	DR	DF	D	D
3	DV	DV	V	DFA	D	D	D	D	D	DF	DF	DF
4	DV	V	DV	DFA	F	DF	DR	R	R	DRF	DF	DF

DV – dura verde; V – verde; D – dura; DF – dura/fermentada; DFA – dura/fermentada/acentuada; F – fermentada; DR – dura/riada; R – riada; DRF – dura/riada/fermentada.

P1 – provador 1; P2 – provador 2, P3 – provador 3

O estágio de maturação verde/verde cana apresentou elevado número de grãos verdes em todos os tempos de ensacamento (Tabela 5), o que contribuiu para um maior número de defeitos. Dessa forma, de acordo com a classificação por tipo foram considerados desclassificados para comercialização, pois obtiveram pontuação 8 ou abaixo de 8. Quanto à prova de xícara (Tabela 6), em todos os períodos de ensacamento, a bebida apresentou sabor adstringente, sendo a maioria das bebidas classificadas como Verde ou Dura Verde. Para esse estágio, os resultados foram semelhantes entre os três classificadores.

No estágio de maturação cereja, a classificação por tipo não variou muito em virtude dos processos fermentativos (Tabela 5), sendo as amostras classificadas como 6. O menor número de defeitos naturalmente ocorrido nesse estágio em relação aos outros, manteve-se após o ensacamento. Entretanto, a classificação pela bebida, piorou com o aumento no tempo de ensacamento, detectada pelo provador 1, no primeiro dia enquanto os outros dois detectaram diferenças somente no quarto dia (Tabela 6).

A classificação quanto ao tipo no estágio de maturação passa/seco apresentou quantidade maior de defeitos (Tabela 5), o que contribuiu para a obtenção de alguns valores 7, desclassificando o café. Os valores sofreram oscilações, sendo detectado pelo provador 1, classificação 7 nos tempos 1 e 3 e classificação 6 nos tempos 0, 2 e último dia de ensacamento. Nesse estágio há pouca mucilagem,

por isso, no último dia foi detectada bebida rio pelos três provadores, o que indica perda de qualidade em função do ensacamento prolongado (Tabela 6).

No estágio de maturação cereja, foi observada classificação como bebida Dura no tempo 0 de ensacamento (Tabela 5). O que geralmente se espera é que grãos oriundos de frutos no estágio de maturação cereja, geralmente apresentem padrões de bebidas mais suaves (CARVALHO, 1997).

Quanto à bebida, o estágio passa/seco (Tabela 6), a exemplo do estágio cereja, também apresentou maior número de classificações de bebida como Dura, porém com ocorrência de padrão Rio, a partir do segundo dia de ensacamento. Essa ocorrência pode ser ocasionada não somente pelos defeitos como também por possíveis fermentações ocorridas na mucilagem, pois segundo (PIMENTA, 2001), em frutos muito maduros e mesmo senescentes, ocorre fermentação da mucilagem dentro do grão, favorecendo seu desaparecimento.

Na fração mistura a detecção de fermentações foi percebida pelo provador 1 já no primeiro dia de ensacamento enquanto o provador 2, detectou a partir do tempo 3 e o provador 3, percebeu essa fermentação somente no último tempo, indicando certa discordância entre os resultados.

4 CONCLUSÕES

O estágio de maturação verde/verde cana sofreu menos variações na sua composição química devido ao ensacamento.

O aumento na condutividade elétrica, lixiviação de potássio e diminuição da atividade da enzima polifenoloxidase foram evidentes com o aumento no tempo de ensacamento dos frutos, sendo indicativo de perda de qualidade mostrando-se como os mais representativos marcadores de qualidade.

A classificação como bebida Dura ocorreu na maioria das amostras.

O ensacamento promoveu perda de qualidade dos grãos a partir do primeiro dia, como verificado no estágio de maturação cereja.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, H. V. et al. Estudo sobre a alimentação mineral do cafeeiro: efeito da adubação N, P e K, na composição química do solo, do fruto e na qualidade da bebida. Anais da ESALQ, Piracicaba, v. 22, p. 130-152, 1965.
- AMORIM, H. V.; SILVA, O. M. Relationship between the polyfenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. Nature, New York, v. 219, n. 5152, p. 381-382, July 1968.
- BORÉM, F. M. et al. Características químicas e físico-químicas do café (*Coffea arabica* L.) secado em diferentes pavimentações e espessuras de camadas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. Resumos Expandidos... Águas de Lindóia: CBP&D/CAFÉ; Embrapa Café, 2007. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 8, de 11 de junho de 2003. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, p. 22-29, 20 ago. 2003. Seção I.
- CARVALHO, V. D. de. Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade do café. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 73 p.
- CARVALHO, V. D. de et al. 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. R. et al. Formas de processamento e secagem visando a melhoria da qualidade do café produzido em pequenas propriedades agrícolas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. Resumos Expandidos... Águas de Lindóia: CBP&D/CAFÉ; Embrapa Café, 2007. 1 CD-ROM.
- DRAETTA, L. S.; LIMA, D. C. Isolamento e caracterização das polifenoloxidases do café. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 7, p. 13-28, jun. 1976.
- FARAH, A. et al. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Easton, v. 53, p. 1505-1513, 2005.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1.
- LIMA, D. R. Café e coração. Disponível em: <http://www.abic.com.br/cafe_coracao.html>. Acesso em: 5 ago. 2010.
- LOPES, R. P. Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem. 1988. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.
- MARTINS, D. R.; CAMARGO, O. A. de; BATACLIA, O. C. Qualidade do grão e da bebida em cafeeiros tratados com lodo de esgoto. Bragantia, Campinas, v. 64, n. 1, p. 115-126, 2005.
- ORTOLANI, A. A. et al. Clima e qualidade natural de bebida do café arábica no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. Resumos Expandidos... Brasília: Embrapa Café; Minasplan, 2000. v. 1, p. 662-664.
- PIMENTA, C. J. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

PIMENTA, C. J. et al. Composição química e avaliação da qualidade do café (*Coffea arabica* L.), colhido em diferentes épocas. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, n. 10, p. 29-35, 2008. Especial Café.

PIMENTA, C. J.; VILELLA, E. R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.), lavado e submetido a diferentes tempos de amontoa no terreiro. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, n. 2, p. 3-10, 2001. Especial Café.

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 exudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida. 1992. 125 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.

SINGLETON, V. L. The total phenolic content of grape berries during the maturation of several varieties. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v. 17, p. 126-134, 1966.

SIQUEIRA, H. H.; ABREU, C. M. P. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 1, p. 112-117, jan./fev. 2006.