

## PROCESSAMENTO DO CAFÉ IMATURO: EFEITO NO PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS<sup>1</sup>

Eduardo Carvalho Dias<sup>2</sup>; Rosemary G. Alvarenga Fonseca Pereira<sup>2</sup>; Flávio Meira Borém<sup>3</sup>; Eulália Mendes<sup>4</sup>; Renato Ribeiro de Lima<sup>5</sup>; Susana Casal<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Trabalho financiado pela CAPES e pelo Laboratório de Bromatologia e Hidrologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal em conjunto com o Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, Lavras - MG

<sup>2</sup> Pesquisador, D.Sc., UFLA, Departamento de Ciência dos Alimentos, Lavras, MG. [ecdias1@ig.com.br](mailto:ecdias1@ig.com.br)

<sup>2</sup> Professora, D.Sc., UFLA, Departamento de Ciência dos Alimentos, Lavras, MG. [rosegfap@ufla.br](mailto:rosegfap@ufla.br)

<sup>2</sup> Professor, D.Sc., UFLA, Departamento de Engenharia, Lavras, MG. [flavioborem@deg.ufla.br](mailto:flavioborem@deg.ufla.br)

<sup>4</sup> Pesquisadora, REQUIMTE/Serviço de Bromatologia, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal.

<sup>4</sup> Professora, D.Sc., REQUIMTE/Serviço de Bromatologia, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Porto, Portugal. [sucasal@ff.up.pt](mailto:sucasal@ff.up.pt)

<sup>5</sup> Professor, D.Sc., UFLA, Departamento de Ciência Exatas, Lavras, MG. [rrlima@dex.ufla.br](mailto:rrlima@dex.ufla.br)

**RESUMO:** Os defeitos verdes provenientes dos grãos imaturos presentes em um lote de café representam um fator importante na qualidade dos grãos para a indústria no Brasil. Com o objetivo de um melhor aproveitamento dos grãos do café imaturo, diferentes métodos de processamento destes frutos foram avaliados. O perfil dos lipídios analisados apresentou dentro dos valores esperados para os grãos imaturos, e não foram observadas diferenças significativas entre os processamentos. Os 15 ácidos graxos quantificados apresentaram valores semelhantes aos relatados na literatura para os grãos de café arábica. Os principais ácidos graxos foram linoléico e o palmítico, com 34% e 44% da fração total dos ácidos graxos. O tratamento estatístico dos dados destacou que o ácido oléico e mirístico apresentaram pequenas variações de acordo com o método de processamento realizado, com maiores níveis nos grãos quando processados pelo método via seca. Os resultados obtidos destacam a estabilidade lipídica na realização dos diferentes processamentos.

**Palavras-chave:** café imaturo, método de processamento, ácidos graxos, lipídios totais.

## IMMATURE COFFEE BEANS PROCESSING: EFFECTS ON FATTY ACIDS

**ABSTRACT:** The defects from the green immature grains present in a lot of coffee represents an important factor in grain quality for industry in Brazil. Aiming at a better use of immature coffee beans, different methods of processing these fruits were evaluated. The lipid profile showed total within the range expected for the immature grains, and there were no significant differences between the processing. The 15 fatty acids quantified were very similar to that reported in the literature for arabic coffee beans. The major fatty acids were palmitic and linoleic, 34% and 44% of the total fatty acids fraction. The statistical analysis determined that oleic acid and myristic acid showed little variation according to the method of processing performed, with higher levels in the grain when processed by dry method. The results highlight the lipid stability in different processing.

**Key words:** immature coffee, processing method, fatty acids, total lipid.

## INTRODUÇÃO

Os lipídios são componentes importantes nas plantas, sendo que a sua quantidade e composição irão determinar o valor nutricional e a capacidade de armazenamento dos grãos. Entretanto, um maior teor de ácidos graxos poliinsaturados usualmente determina um menor tempo de armazenamento, devido à possibilidade do desenvolvimento de off-flavor. O café é rico em lipídios, com níveis entre 12 a 18% no grão arábica e de 9-14% no grão robusta (Clifford, 1985). Os dois principais ácidos graxos que caracterizam o óleo de café são o ácido linolênico (cerca de 40%) e o ácido palmítico (34%), com os demais ácidos graxos semelhantes àqueles apresentados por óleos vegetais comuns (Turatti, 2001 & Vidal, 2001). No caso específico do café, os lipídios podem ser considerados como potenciais contribuintes para a perda de qualidade, devido à sua oxidação e desenvolvimento de off-flavors, como mencionado anteriormente, mas também como importantes componentes de proteção dos grãos. Curiosamente, esses lipídios durante o processo de torração podem migrar para a superfície dos grãos, criando uma barreira natural na perda dos compostos voláteis, determinantes na qualidade final da bebida (Pimenta, 2003). Além disso, alguns ácidos graxos liberados nas reações que ocorrem durante o processo de torração dos grãos irão contribuir para a formação de compostos aromáticos importantes.

Atualmente a escolha do método de processamento do café está recebendo uma maior atenção, devido à realização de vários estudos destacando o impacto dos métodos via seca e via úmida na fisiologia da semente e

conseqüentemente na qualidade final da bebida (Bytof et al., 2000). Assim sendo, o processamento e os efeitos da secagem irão influenciar na composição química dos grãos, determinando as diferenças nos atributos da bebida do café. A caracterização das classes de lipídios foi determinada em alguns estudos realizados em grãos de café maduros e imaturos (Jham et al., 2001 & Oliveira, 2006). Apesar de ser ainda pouco estudada, acredita-se que a fração lipídica desempenha um papel importante na qualidade dos grãos, podendo colaborar para uma classificação inferior dos grãos devido à hidrólise de triglicérides e o aumento da susceptibilidade à oxidação dos ácidos graxos (Fourney, Cros & Vicente, 1982; Speer, Sehat & Montang, 1993). Entretanto, o efeito da secagem sobre a composição dos grãos foi estudada por Jham et al. (2001) com algumas diferenças relatadas nas classes dos lipídios, mas uma reduzida influência sobre a qualidade da bebida. O processamento via úmida foi recentemente estudado por Joët et al. (2010), juntamente com as condições ambientais durante o processamento dos grãos, particularmente a temperatura.

O processo de colheita mais comum no Brasil é o método de derriça total, onde todos os frutos são colhidos simultaneamente. Embora o momento ideal para início da colheita seja quando a maioria dos frutos apresenta-se maduros, ainda assim uma quantidade significativa dos frutos imaturos estará presente na planta. As diferenças físicas e químicas relacionadas com o estágio de maturação, além de comprometer a qualidade final, também criam dificuldades durante o processamento. O Brasil produz café com um alto percentual de defeitos. Entretanto, com a finalidade de melhorar a qualidade e reduzir a quantidade dos defeitos, tornou-se necessária a adoção de técnicas que permitem a produção de grãos com uma menor quantidade de defeitos, bem como alternativas para a reutilização dos grãos defeituosos após o processamento do café.

No método via seca, os frutos cerejas e verdes são secados em conjunto, sem a separação prévia dos frutos imaturos. Diferentemente do método via úmida, em que as cerejas são descascadas mecanicamente, reduzindo a ocorrência de fermentações indesejáveis durante a etapa de secagem (Silva, 2001). Entretanto, os frutos imaturos apresentam o exocarpo enrijecido dificultando a prática do descascamento em condições normais do processamento. Logo após o descascamento dos frutos maduros, forma-se um lote de frutos verdes, que apresenta baixo potencial para a produção de cafés com boa qualidade, que exigirão cuidados especiais durante o processamento e a secagem (Borém, 2008). O desenvolvimento de técnicas adequadas para melhorar a qualidade dos frutos imaturos pode contribuir com a redução das perdas econômicas associadas ao processamento. Quando estes frutos são processados separadamente, pode-se obter a partir destes grãos uma fonte interessante de energia para a fabricação de bio-combustíveis, com o resíduo final do processo. O óleo também pode ser extraído dos grãos torrados, que retém a maior parte do aroma e sabor, tornando-o um produto diferenciado para as indústrias de produtos diversos. Estes frutos também podem ser descascados, através de uma técnica recentemente desenvolvida como uma forma de aumentar o seu valor econômico e a qualidade da bebida (Borém, 2008). O objetivo do presente trabalho foi verificar a aplicação de diferentes formas de processamento na pós-colheita do café, para determinar possíveis efeitos no perfil dos ácidos graxos e no teor de lipídios dos grãos imaturos, como parte de um projeto do processamento do café imaturo, que representa uma parcela importante nos lotes dos grãos do café do Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com os frutos de café *Coffea arabica* L., da variedade Topázio (safra 2006/2007), cultivadas no Campus da Universidade Federal de Lavras. Após a limpeza e a separação hidráulica, a porção dos frutos cereja e verdes, foi levada ao descascador, com a pressão do cilindro regulada permitindo a saída de no máximo 10% dos frutos cereja, juntamente com os frutos verdes. A mistura com 10% das cerejas mais os frutos verdes foram utilizados neste estudo. Parte desta parcela foi separada como controle (A). Outra parte desta mistura foi processada regulando a pressão, resultando em uma parcela natural (B) e outra de café descascado (E). A terceira parte da mistura com 10% de frutos cereja foi colocada em duas caixas em repouso durante 12 horas. Uma das caixas foi preenchida com água. Após o período de repouso foram descascadas e originaram o verde descascado (G) e o natural (D) em repouso na água, e descascado (F) e natural (C) em repouso sem água (Borém, 2008). A secagem das parcelas experimentais foi realizada em terreiros ao sol e o teor de água nos grãos de café foi reduzido em torno de 10-12% (bs).

As amostras foram processadas em moinho refrigerado Tecnal (modelo TE 631 / 2, Brasil), durante 2 minutos. Em seguida foram processadas em um moinho com nitrogênio líquido durante 1 minuto. Para aumentar a estabilidade das amostras, estas foram liofilizadas, peneiradas (0,8 mm) e armazenadas a 4 ° C até a análise. As análises dos lipídios totais e do perfil dos ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto. Os lipídios totais foram extraídos de acordo com Dussert et al. (2008), com algumas modificações. A composição de ácidos graxos foi determinada por cromatografia gasosa (Chrompack, Holanda), equipado com um injetor split-splitless (250 ° C) e um detector FID (270 ° C). O FAME foi separado em uma coluna capilar (CP-Sil 88, 0,19 mM, 50 m, Varian), operando a 140 ° C por 5 minutos e aumentando para 220 ° C em 5 ° C a taxa / min, sob um fluxo de hélio de 120 kPa. As amostras foram injetadas com uma taxa de split 1:50. Todos os picos cromatográficos entre C12:0 e C24:0 foram contabilizados para o total de ácidos graxos (excluindo BHT). EMAGs foram identificados por comparação com os padrões fornecidos pela (Supelco FAME mix-37, EUA). A quantificação foi realizada por padronização interna das áreas de pico FAME, expresso em percentagem relativa de cada ácido graxo por 100g de ácidos graxos. As quantidades de triglicérides totais foram estimadas usando glicerol trionadecano como padrão interno. Cada amostra do extrato foi injetada em duplicata.

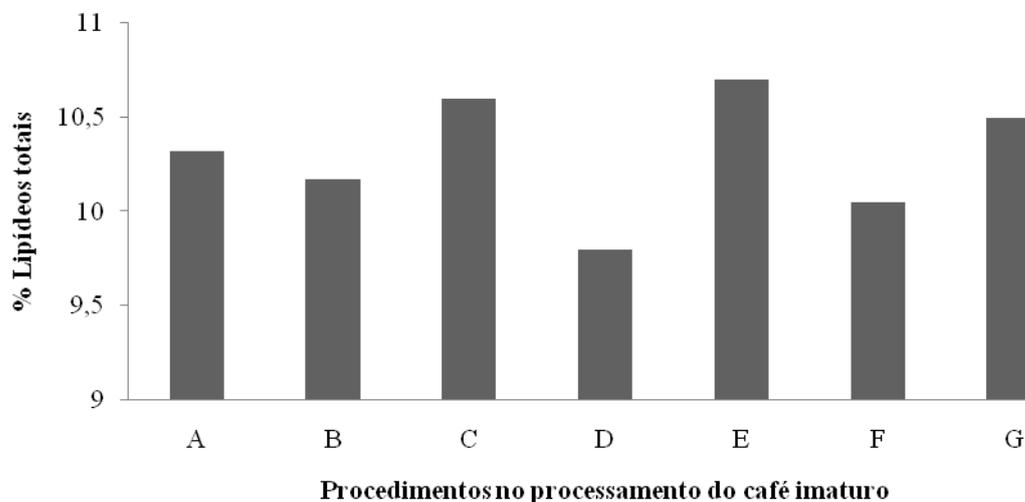
O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 2 x 3 [2 processamentos (via seca e via úmida), 3 tratamentos (sem repouso, com repouso imerso em água por 12 horas e com repouso amontoado sem água por 12 horas) em 4 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do GLM Procedure do programa de software SAS (Statistical Analysis System - SAS Institute Inc., North Carolina, E.U.A - 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo lipídico médio encontrado foi de  $10,3 \pm 0,3\%$ , similar aos níveis apresentados por Oliveira et al. (2006) nos grãos imaturos, e, nos grãos crus por Nikolova Damyanova (1998), sendo ligeiramente inferior aos níveis verificados por (Clifford, 1985). Os lipídios totais neste estudo foram estimados com a soma dos ésteres de ácidos graxos. Portanto, pode-se esperar uma quantidade menor do teor de lipídios, quando comparados com dados da literatura obtidos pela extração com solventes. No entanto, uma vez que o objetivo principal deste trabalho é a comparação de diferentes métodos de processamento, as diferenças metodológicas são constantes entre as diferentes amostras.

Os processos realizados correspondem à variação dos métodos via seca (natural) e via úmida (descascado). Com o objetivo de aumentar a quantidade de frutos imaturos descascados, um período de descanso foi aplicado para os frutos. Foram utilizados os procedimentos de amontoar os frutos de café por 12 horas, com e sem água, obtendo-se novamente, em cada caso, os grãos íntegros e descascados após o primeiro processamento. Os respectivos processos [controle (A), natural (B) e descascado (E)] (Figura 1) correspondem à primeira etapa do processamento, sendo que os grãos com um maior grau de imaturidade correspondem aos frutos verdes intactos na segunda etapa do processamento [(C) e (D)], e o imaturo descascado após o período de repouso com água e sem água [(G) e (F)]. A secagem dos grãos quando descascados foi realizada em um menor período de tempo, pois não apresentavam o exocarpo.

Foi observado um valor médio de 10,2% de lipídios totais para as amostras processadas via seca, e de 10,4% para os frutos quando descascados. Levando-se em conta que os frutos imaturos são descritos por conter menor quantidade de lipídios, quando comparados com os totalmente maduros (Joët, 2010), o ligeiro aumento nas amostras descascadas é perfeitamente compreensível, porque uma menor quantidade dos frutos verdes será descascada.



**Figura 1:** Porcentagem (%) dos lipídios totais nos grãos imaturos submetidos a diferentes métodos de processamento.

Os ácidos graxos nos lipídios extraídos foram analisados individualmente. Todas as amostras apresentaram um perfil de ácidos graxos, com 15 ácidos graxos identificados e quantificados. Os principais ácidos graxos do grão de café imaturo foram os poliinsaturados (46,0%) apresentados na Tabela 1, principalmente devido ao ácido linoléico (C18:2 - 43,9%). Os ácidos graxos saturados foram a segunda principal classe (44,5%), com a importante contribuição do ácido palmítico (C16:0 - 33,6%) e o ácido esteárico (C18:0 - 6,5%). Os ácidos graxos monoinsaturados representaram apenas com 9,5%, principalmente devido ao ácido oléico (C18: 1n9c - 7,8%). Outros ácidos graxos menores também foram quantificados, incluindo araquídico (C20: 0 - 2,7%), ácido linolênico (C18: 3n6c - 1,8%), com o restante inferior a 1% cada: vaccênico (C18: 1n7c), behênico (C22: 0), lignocérico (C24: 0), gondóico (C20: 1n9) e mirístico (C14: 0). A quantidade total de ácidos graxos trans é relatada em conjunto, que inclui ambos os isômeros dos ácidos oléico e linoléico. Esta composição é semelhante à descrita na literatura para os grãos imaturos, considerados defeituosos (Oliveira, et al., 2006) ou nos grãos normais (Diana Villareal et al., 2009& Nikolova-Damyanova et al., 1998). Quando

os métodos via seca e via úmida são comparados, não ocorrendo diferença significativa ( $p > 0,05$ ) nas classes dos ácidos graxos, incluindo os poliinsaturados, apesar da aparente redução em algumas das amostras com 12 horas de descanso. Sabendo que dentro de cada processo, os frutos imaturos naturais são aqueles que foram incapazes de serem descascados, aumentando a proporção de grãos imaturos na fração natural, quando comparada com o descascado. No entanto, quando essas frações complementares são comparadas com a amostra controle, foi observado que poderia estar associado com uma maior quantidade dos grãos imaturos. Os ácidos graxos individuais para cada tipo de processamento de café verde estão detalhados na Tabela 2.

**Tabela 1:** Classes dos ácidos graxos (%) dos grãos arábica imaturos, variedade Topázio, na realização de diferentes métodos de processamento. PUFA – Ácidos graxos poliinsaturados; SAT – Ácidos graxos saturados; MUFA - Ácidos graxos monoinsaturados; TRANS - Ácidos graxos trans.

Processamento do café imaturo	PUFA	SAT	MUFA	TRANS
Controle	46,10±0,77	44,70±0,62	8,51±0,19	0,06±0,00
Natural 0 h	46,25±0,72	44,92±0,72	8,38±0,13	0,12±0,01
Natural 12 h sem água	45,58±1,23	44,72±0,75	9,52±0,16	0,05±0,01
Natural 12 h com água	46,03±0,49	44,74±0,63	8,53±0,16	0,05±0,01
Descascado 0 h	46,47±0,58	44,15±0,96	8,91±0,32	0,05±0,01
Descascado 12h sem água	46,59±0,92	44,79±1,12	8,01±0,19	0,04±0,01
Descascado 12h com água	45,50±0,67	44,08±1,16	8,63±0,28	0,07±0,01

**Tabela 2:** Composição dos ácidos graxos (g/100g) na realização dos diferentes procedimentos no processamento dos frutos imaturos do *Coffea arabica* L., variedade Topázio. Ácidos graxos - C14:0 (mirístico), C16:0 (palmítico), C18:0 (esteárico), C18:1n9 (oleico), C18:1n7 (vacênico), C18:2cc (linoléico), C18:3n3 (linolênico), C20:0 (araquídico), C20:1n9 (gondóico), C22:0 (behênico), C24:0 (araquidônico).

Ácido graxo	Controle	Natural 0 h	Natural 12h s/ água	Natural 12h c/ água	Descascado 0 h	Descascado 12h s/ água	Descascado 12h c/ água
C14:0	0,14±0,01	0,15±0,01	0,25±0,03	0,15±0,02	0,15±0,02	0,14±0,01	0,15±0,07
C16:0	34,42±0,53	33,95±0,80	33,59±0,77	34,11±0,49	33,71±0,69	34,59±0,79	34,24±0,54
C18:0	6,34±0,08	6,45±0,18	6,44±0,18	6,54±0,15	6,55±0,09	6,33±0,17	6,42±0,16
C18:1n9	7,51±0,24	7,51±0,12	8,43±0,21	7,48±0,09	7,87±0,08	7,09±0,21	7,66±0,40
C18:1n7	0,63±0,03	0,64±0,06	0,69±0,05	0,69±0,04	0,68±0,03	0,61±0,03	0,64±0,05
C18:2n6	44,01±0,80	43,79±0,84	43,39±0,53	44,08±0,39	44,52±0,84	44,61±1,14	43,83±0,86
C18:3n3	1,81±0,08	1,71±0,13	1,77±0,09	1,72±0,10	1,74±0,08	1,79±0,12	1,75±0,10
C20:0	2,68±0,07	2,69±0,18	2,59±0,09	2,79±0,09	2,65±0,13	2,8±0,13	2,74±0,13
C20:1n9	0,26±0,03	0,25±0,05	0,27±0,02	0,24±0,03	0,25±0,03	0,23±0,02	0,24±0,03
C22:0	0,64±0,02	0,64±0,04	0,64±0,02	0,71±0,02	0,66±0,02	0,71±0,02	0,68±0,03
C24:0	0,26±0,01	0,34±0,12	0,27±0,01	0,26±0,01	0,24±0,01	0,26±0,01	0,27±0,02

O perfil individual para cada amostra é muito semelhante entre os tratamentos. O ácido linoléico, o principal composto, variou de 43,4% para 44,6%. Curiosamente, esses limites ocorreram em duas frações do mesmo lote, correspondente aos frutos imaturos amontoados por 12 horas antes do descascamento: o maior teor para os frutos efetivamente descascados e o menor teor para os grãos mantidos inteiros e secos diretamente ao sol. Os níveis do ácido linoléico são descritos como sendo alterados por fermentação, provavelmente devido ao aumento da susceptibilidade da oxidação (Fourney et al., 1982). No presente estudo, não houve variações significativas observadas para os ácidos graxos poliinsaturados, mas tanto o ácido oléico e mirístico apresentaram variações durante os tratamentos pós-colheita dos grãos imaturos. As amostras processadas pelo método natural após 12 horas apresentaram uma maior quantidade destes dois ácidos graxos (Tabela 3). No processamento de café imaturo, os níveis de ácido oléico apresentaram em uma maior quantidade quando os grãos íntegros foram colocados 12 horas em repouso, lembrando que entre os

procedimentos de cada tratamento não houve variações significativas nos níveis deste ácido graxo, com valores médios em torno de 7,65 g / 100g de café, valores superiores aos níveis encontrados por Spiz et al. (1989), sabendo que dentro de cada processo, os grãos verdes naturais são aqueles que não foram descascados, o aumento na proporção dos grãos imaturos é esperado nas frações natural, quando comparado com os descascados. Não ocorreram variações significativas em função do tipo de tratamento realizado nas demais classes dos ácidos graxos analisados.

**Tabela 3:** Níveis do ácido mirístico (C14:0) e ácido oleico (C18:1n9) no processamento dos grãos do café imaturo (g/100 g).

Ácido graxo	Processo	Procedimentos		
		0 h	12 h com água	12 h sem água
Mirístico (C14:0)	Natural	0,15 Ba	0,15 Ba	0,25 Aa
	Descascado	0,15 Aa	0,15 Aa	0,14 Ab
Oleico (C18:1n9)	Natural	7,51 Aa	7,48 Aa	8,43 Aa
	Descascado	7,87 Aa	7,66 Aa	7,51 Ab

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais dentro da linha não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), pelo teste de Tukey, e as médias seguidas por letras minúsculas iguais dentro de cada coluna não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), pelo teste F.

## CONCLUSÕES

Em função das alterações metabólicas que ocorreram durante a pós-colheita e secagem dos grãos imaturos, o procedimento 12 horas em repouso alterou a composição de lipídios do café por meio das interações com o tipo de processamento realizado. Os lipídios, particularmente de maior susceptibilidade à oxidação, são relativamente estáveis no grão, desde que seja processado e armazenado em condições adequadas. Qualquer influência do método de processamento pode contribuir para a oxidação, durante o armazenamento e na torração. Portanto, os resultados obtidos destacam a estabilidade lipídica dentro do processamento. A quantidade de lipídios totais e a composição não foram comprometidas pelos métodos de processamento. Somente quando processados pelo método natural após a fermentação seca (12h) um ligeiro aumento nos teores de ácido oléico e ácido mirístico foi observada, com implicações na redução da oxidação do grão, e, portanto, com pequeno impacto para o processamento do grão. A inexistência de variações significativas quando o período de repouso é utilizado, para os produtores pode ser um fator importante, pois facilita a etapa de descascamento, quando não é possível processar os grãos imaturos no mesmo dia. A qualidade dos grãos do café imaturo não será afetada em relação aos níveis dos ácidos graxos verificados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BYTOF, G.; SELMAR, D.; SCHEBERLE, P. New aspects of coffee processing: how do the different post harvest treatments influence the formation of potencial flavor precursors. **Journal of Applied Botany**, 74, 131-136, 2000.
- BORÉM, F. M. Pós-colheita do café, Embrapa, Lavras, Brasil, 2008.
- CLIFFORD, M.N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: **Coffee: Botany, Biochemistry and Production of beans and beverages**. Ed. M.N. Clifford & K.C. Wilson, Croom Helm. p. 305 – 374, London, U.K, 1985.
- DUSSERT, S.; LAFFARGUE, A.; KOCHKO A.; JOËT, T. Effectiveness of the fatty acids and sterol compositions of seeds for the chemotaxonomy of Coffea subgenus Coffea. **Phytochemistry**, 69, 2950-2960, 2008.
- FOURNEY, G. ; CROS, E. ; VICENT, J. C. Etude pre-liminaire de l'oxydation de l'huile de cafe. Proc. 10th ASIC Coll, pp. 235-246, 1982.
- ISO 5509: Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids, 2<sup>nd</sup> ed., International Standards Organization, Switzerland, 2000.
- JHAM, N.G.; VELIKOVA, R.; MULLER, V.H.; NIKOLOVA-DAMYANOVA, B.; CECON, P.R. Lipids classes and tryacylglycerols in coffee samples from Brazil: effects of coffee type and drying procedures. **Food Research International**, 34, 111-115, 2001.
- JOËT, T.; LAFFARGUE, A.; DESCROIX, F.; DOULBEAU, S.; BERTRAND, B.; KOCHKO, A.; DUSSERT, S. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chemistry**, 118, 693-701, 2010.

- NIKOLOVA-DAMYANOVA, B.; VELIKOVA, R.; JHAM, G.N. Lipid classes, fatty acid composition and triacylglycerol molecular species in crude coffee beans harvested in Brazil, **Food Research Internacional**, 479–486, 1998.
- OLIVEIRA, L.S.; FRANCA, A.D.; MENDONÇA, J.C.F.; BARROS-JUNIOR, M. Proximate composition and fatty acids profile of green and roasted defective beans. **LWT**, 39, 235-239, 2006.
- PIMENTA, C.J. Qualidade do café. Lavras: Ed. da Universidade Federal de Lavras, 2003.
- SILVA, J.S. Secagem e armazenagem do café: tecnologias e custos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SPEER, K.; SEHAT, N.; MONTAG, A. **Fatty acids in coffee**. Proc. 15th ASIC Coll, 583-592, 1993.
- SPIZ, R. R.; JABLONKA, F. H.; PEREIRA, D. A. Composição dos ácidos graxos: triacilgliceróis, monoésteres de diterpenos e óleo de grãos de café. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Resumos, Rio de Janeiro: SBCTA, p. 151, 1989.
- TURATTI, J.M. Extração e caracterização de óleo de café. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2., 2001, Vitória. Resumos expandidos... Brasília: Embrapa Café, p. 1533-1539, 2001.
- VIDAL, H.M. Composição lipídica e a qualidade do café (*Coffea arabica* L.) durante armazenamento. Viçosa, MG.93 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- VILLAREAL, D.; FAFFARGUE, A.; POSADA, H., et al. Genotypic and environmental effects on coffee (*Coffea Arabica* L.) bean fatty acid profile: impact on variety and origin chemometric determination, **J. Agric. Food Chemistry**, 57, 11321-11327, 2009.