



## Extração de Cafeína a Partir da Casca do *coffea arabica*

C. R. Cardoso<sup>a</sup>, F. F. G. Telles<sup>b</sup>, J. V. Nicolini<sup>c</sup>, R. Santório<sup>d</sup>, M. R. T. Halasz<sup>e</sup>

a. DEQ / FAACZ, Espírito Santo, [camillarcardoso@gmail.com](mailto:camillarcardoso@gmail.com)

b. DEQ / FAACZ, Espírito Santo, [jvnicolini@gmail.com](mailto:jvnicolini@gmail.com)

c. DEQ / FAACZ, Espírito Santo, [fernandafumaneli17@yahoo.com.br](mailto:fernandafumaneli17@yahoo.com.br)

d. DEQ / FAACZ, Espírito Santo, [santorio15@gmail.com](mailto:santorio15@gmail.com)

e. MPTA, FAACZ, Espírito Santo, [halasz@fsjb.edu.br](mailto:halasz@fsjb.edu.br)

---

### Resumo

O elevado volume de resíduos gerados na cafeicultura estimula estudos de formas de valorização destes. Visando aproveitar a casca de café e diminuir os impactos ambientais gerados nesta atividade, este trabalho tem como objetivo definir uma metodologia de extração e de purificação de cafeína a partir da casca do *coffea arabica* utilizando o diclorometano como solvente extrator. A extração da cafeína foi realizada utilizando casca de café torrada a 160°C por um período de 5 minutos, pelo contato direto com agitação, contato indireto utilizando Soxhlet e contato direto sem agitação por 8 horas, obtendo-se eficiências de 50%, 47% e 40%, respectivamente. Objetivando avaliar o método de contato direto com agitação, o comportamento da eficiência de extração foi determinado em função dos tempos de extração de 1, 4 e 8 horas, obtendo 32%, 33% e 55%, respectivamente, sugerindo aumento da eficiência ao longo do tempo. Para este mesmo método, foi avaliado o comportamento da eficiência de extração em função da relação casca/solvente de 1:5, 1:10 e 1:20, obtendo 51%, 55% e 21,1% respectivamente, indicando uma diminuição da eficiência em função da diminuição da relação casca/solvente. A eficiência de extração da cafeína deste trabalho foi comparada com dados de algumas referências e nestas análises pode-se perceber que o diclorometano é mais uma alternativa de solvente orgânico para a extração de cafeína. Na purificação da cafeína utilizou-se uma metodologia em que a cafeína foi tratada com óxido de cálcio, carvão ativado e submetida a processo de cristalização e adsorção. Os resultados mostraram que é possível obter uma eficiência de 99,95% e uma pureza de 90,58%.

**Palavras-chave:** casca de café, cafeína, extração, purificação.

---

### 1 Introdução

O Brasil é reconhecido mundialmente por seu potencial agropecuário se destacando como maior produtor mundial de café. Em 2009 o país produziu cerca de 40 milhões de sacas, sendo 29 milhões de sacas de café arábica da espécie *coffea arabica* e 11 milhões de sacas de café conilon, ou robusta, da espécie *coffea*

*canephora* (CONAB, 2009).

Apesar de um cenário econômico promissor, a cafeicultura destaca-se por ser uma atividade que origina um elevado volume de resíduos. Inúmeras pesquisas têm mostrado a aplicabilidade do resíduo gerado por essa atividade, ou seja, a casca do café, sob a forma de ração animal (OLIVEIRA, 2005), biomassa para obtenção de energia (MAGALHÃES et al., 2008), adubo orgânico, entre outras formas (VEGRO; CARVALHO, 1993).

Uma das formas de valorização da casca do café é a utilização desta para obtenção de substâncias bioativas, por exemplo, a cafeína. Sabe-se que a cafeína é um insumo bastante empregado em indústrias de bebidas e farmacêuticas, por suas reconhecidas características tais como amargor e efeito estimulante. O Brasil, por sua vez, importa a maior parte da cafeína que consome (MDIC, 2010). Logo há mercado no país a ser conquistado por indústrias nacionais.

Estudos mostram que a casca do café arábica possui um teor de cafeína semelhante ao encontrado em grãos da mesma espécie, pois enquanto a casca possui em média 0,7% de cafeína o grão possui aproximadamente 1,1%. Diferentemente do café conilon, que apresenta um teor muito baixo de cafeína na casca, aproximadamente 0,3%, o que inviabiliza a utilização da casca deste café na obtenção de cafeína por extração (CHAVES et al., 2004).

De acordo com Yoshida, Finzer e Limaverde (2005), na casca do *coffea arabica* da variedade Catuaí, o teor de cafeína encontrado é de 1,3% para a casca in natura e de 1,2% para a casca torrada, com um tempo de torrefação de cinco minutos.

Levando em consideração o trabalho de Fernandes (2007), que estudou a extração e purificação da cafeína utilizando a casca do café arábica, tendo o clorofórmio como solvente extrator. Considerando também que o clorofórmio é um produto cancerígeno e por isso vem sendo substituído por diclorometano para extração de cafeína. Este trabalho tem como objetivo definir uma metodologia de extração e de purificação de cafeína a partir da casca do *coffea arabica* utilizando o diclorometano como solvente extrator e obter as eficiências da extração e da purificação da cafeína por meio de ensaios experimentais.

## 2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas amostras de cascas da espécie *coffea arabica*, variedade Catuaí, da safra 2010, colhidas no município de Santa Tereza, Espírito Santo. O café foi colhido por derriça (derrubada de todos os grãos do cafeeiro de uma única vez) e as cascas foram geradas pelo processo de via seca. Logo após, foram armazenadas em sacos de "juta".

As etapas experimentais desenvolvidas neste trabalho que utilizam a casca de café estão representadas na Fig 1. Paralelamente a estas etapas foi construída a curva de calibração de cafeína. Todas as análises foram realizadas em triplicata para redução dos erros associados.

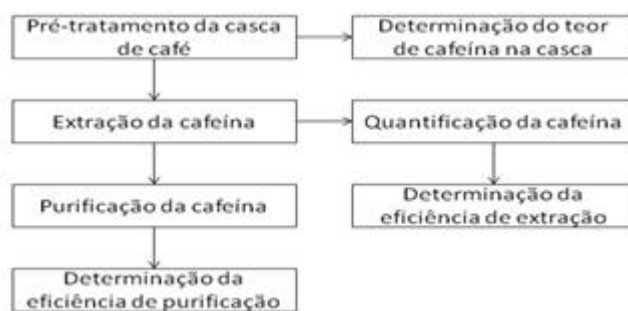


Fig. 1. Etapas experimentais.

### 2.1 Pré-Tratamento da Casca de Café

A casca foi submetida a dois tipos de pré-tratamento, torra e secagem, para comparação da variação da quantidade de cafeína presente na casca do café de acordo com o pré-tratamento sofrido por esta.

Parte da casca de café foi torrada segundo a metodologia proposta por Yoshida, Finzer e Limaverde (2005). Este método consistiu em colocar a casca de café em estufa (Odontobrás, MOD-EL-1.1) pré-aquecida a 160°C, por um período de 5 minutos, a casca obtida por este pré-tratamento foi denominada casca torrada.

Outra parte da casca de café foi seca em estufa pré-aquecida a 72°C, por um período de 24 horas, a casca proveniente deste pré-tratamento foi denominada casca seca.

As cascas torradas foram moídas em um triturador, enquanto as cascas secas foram moídas em micro moinho de facas giratórias. A granulometria foi determinada usando peneiras obedecendo à série TYLER, sendo que somente as cascas com tamanho inferior a abertura da peneira de 48 #, ou seja, menores que 0,295mm, foram utilizadas neste trabalho.

### 2.2 Determinação do Teor de Cafeína na Casca

A determinação do teor de cafeína na casca do café foi feita pelo método do Instituto Adolfo Lutz modificado, utilizado por Yoshida, Finzer e Limaverde (2005). Para esta análise utilizou-se a casca *in natura* e as cascas obtidas nos dois tipos de pré-tratamento (cascas torradas e secas), com o objetivo de determinar qual pré-tratamento apresenta a menor degradação da cafeína presente na casca.

Para o cálculo do teor de cafeína na casca ( $T_{cc}$ ) foi utilizado a concentração de cafeína na solução ( $C_{cs}$ ), obtida pela leitura no espectrofotômetro, o volume de solução ( $V_s$ ), e a massa de casca empregada na determinação ( $m_{cd}$ ), conforme a equação (1).

$$T_{cc}(\%) = \left( \frac{C_{cs} \times V_s}{m_{cd}} \right) \times 100 \quad (1)$$

### 2.3 Extração da Cafeína

Este trabalho apresenta uma metodologia de extração da cafeína da casca do *coffea arabica* utilizando o solvente de extração diclorometano (TOCI; FARAH; TRUGO, 2006), a temperatura de 40°C (ponto de ebulição do solvente).

Os extratos obtidos foram destilados, e o diclorometano recuperado. À cafeína obtida foi adicionada água para o preparo da solução que foi filtrada em papel de filtro de grau quantitativo 40, para posterior quantificação da cafeína.

Optou-se por empregar os métodos mais conhecidos para a extração da cafeína, que são os de contato direto (TOCI; FARAH; TRUGO, 2006; FERNANDES, 2007) e o de contato indireto utilizando o Soxhlet (MOLANO, 1946), a fim de determinar qual dentre os utilizados seria o de maior eficiência.

Os testes foram efetuados inicialmente por um período de 8 horas, além do tempo, fixou-se a relação casca/solvente, em 1:10, sendo esta relação também empregada por Fernandes (2007).

Para a extração direta sem agitação adicionou-se em um balão de fundo redondo 10 gramas de casca de café torrada e 100 mL de diclorometano. Para o controle da temperatura foi utilizada a manta de aquecimento. Ao balão de fundo redondo foi acoplado um condensador do tipo "dedo frio" para recuperação do solvente.

Para a extração direta com agitação adicionou-se em um erlenmeyer 10 gramas de casca de café torrada, 100 mL de diclorometano e um agitador magnético. Para o controle da temperatura foi utilizado banho-maria e para promover a agitação foi utilizado placa de agitação magnética. Ao erlenmeyer foi acoplado um condensador do tipo "dedo frio" para recuperação do solvente.

Para a extração da cafeína por contato indireto com as cascas torradas utilizou-se o extrator Soxhlet. Uma amostra de 20 gramas de casca de café torrada foi colocada no extrator e submetida à extração com 200 mL de diclorometano.

Os equipamentos utilizados nos diversos métodos de extração podem ser observados na Fig. 02.



Fig. 2. a) Método direto sem agitação; b) Método direto com agitação; c) Método indireto (Soxhlet).

#### 2.4 Tempo

Com base na variação da eficiência de extração com a variação do tempo, efetuou-se um estudo a fim de determinar qual é o melhor tempo de extração, foram efetuadas extrações, no melhor método avaliado pela metodologia do item 2.3, nos tempos de 1, 4 e 8 horas.

### 2.5 Relação casca/solvente

Para avaliar a influência da variação da quantidade de solvente em relação a uma dada quantidade de casca na variação da eficiência da extração, foram efetuadas extrações no melhor método, avaliado no item 2.3, e no melhor tempo, avaliado no item 2.4, utilizando-se proporção casca/solvente de 1:5, 1:10 e 1:20.

### 2.6 Determinação da Eficiência da Extração

A eficiência da extração da cafeína ( $E_{ex}$ ) foi determinada pela relação da massa de cafeína extraída ( $m_{ce}$ ), com a massa de cafeína presente na casca alimentada no extrator ( $m_c$ ), conforme a equação (2).

$$E_{ex}(\%) = \frac{m_{ce}}{m_c} \times 100 \quad (2)$$

A partir da concentração da cafeína no extrato aquoso ( $C_{ce}$ ) determinada pela curva espectrofotométrica e do volume do extrato ( $V_e$ ) foi calculada a massa de cafeína extraída, de acordo com a equação (3).

$$m_{ce} = C_{ce} \times V_e \quad (3)$$

Com o teor de cafeína na casca determinado no item 2.2 e com a massa da casca utilizada na etapa de extração ( $m_{cc}$ ) é possível mensurar a massa de cafeína alimentada no extrator, a partir da equação (4).

$$m_c = T_{cc} \times m_{cc} \quad (4)$$

Substituindo (3) e (4) em (2), tem-se:

$$E_{ex}(\%) = \frac{C_{ce} \times V_e}{T_{cc} \times m_{cc}} \times 100 \quad (5)$$

### 2.7 Purificação da Cafeína

Em virtude das impurezas presentes no extrato é necessária a etapa de purificação. Para tal, em um béquer foi adicionado 15,8847g de cafeína, 7,6405g de óxido de cálcio (CaO) e 76,4mL de água, manteve-se a temperatura de 90°C com auxílio de um banho-maria com controle de temperatura sob agitação por 30 minutos. Logo após, a solução foi filtrada em papel de filtro grau quantitativo 40, para retirada do CaO. Em seguida foi realizada a 1<sup>o</sup> cristalização colocando o filtrado em um béquer, permanecendo por 85 horas à temperatura de 50°C para então evaporar completamente o solvente.

Formados os cristais, estes foram dissolvidos em 40 mL de água e em seguida destinados a centrifugação por 5 minutos. Em seguida, retirou-se o sobrenadante e obteve-se cafeína que foi tratada com carvão ativado, para adsorção das impurezas. Foi adicionado 0,2g de carvão ativado, 500 mL de água, manteve-se a temperatura a 90°C e agitou-se por 5 horas, após isso realizou-se uma filtração e a solução obtida a 90°C foi colocada novamente em um béquer, iniciando a 2<sup>o</sup> cristalização até evaporação de todo o líquido para secagem final e obtenção da cafeína purificada. Este processo pode ser visualizado na Fig. 3.

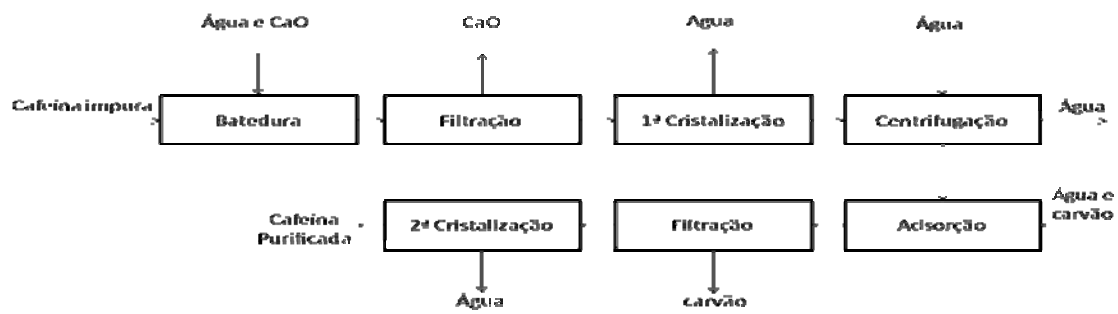


Fig. 3. Fluxograma de purificação da cafeína.

### 2.8 Determinação da Eficiência de Purificação

A eficiência da purificação é calculada a partir da massa de impurezas removidas e da massa de impurezas no extrato, conforme a equação (6).

$$\text{---} \quad (6)$$

Sendo a massa de impurezas no extrato calculada pela subtração da massa de cafeína extraída, equação (3) e da massa total do extrato, obtida por pesagem do extrato obtido. Já a massa de impurezas removidas pode ser determinada através da subtração da massa de impurezas no purificado pela massa de impureza no extrato, calculada como descrito.

Para determinação da massa de impurezas no purificado foi utilizado o espectrofotômetro no comprimento de onda de 274nm e curva de calibração previamente obtida para determinação da concentração de cafeína no purificado. Dessa forma, fez-se a leitura da solução preparada a partir do sólido purificado de massa conhecida, denominada . A massa de impurezas no purificado será calculada pela subtração da massa total do purificado pela massa de cafeína no purificado, conforme equação (7).

$$(7)$$

Substituindo-se as variáveis na equação (6) obtém-se:

$$\text{---} \quad (8)$$

Além disso, pode se determinar o rendimento de cafeína purificada na etapa de purificação através da massa de cafeína extraída e a massa de cafeína no purificado.

$$\text{---} \quad (9)$$

Com isso pode-se determinar a pureza da cafeína pela equação (10):

$$\text{---} \quad (10)$$

### 3 Resultados e Discussões

#### 3.1 Determinação do Teor de Cafeína na Casca

É possível observar na Tabela 1 os teores de cafeína encontrados na casca de café arábica *in natura* e após tratamentos térmicos, assim como as respectivas médias e desvios padrão.

Tabela 1. Teores de cafeína na casca de café.

Tipo de Casca	Média	Desvio
Casca <i>in natura</i>	0,36	±0,06
Casca seca 72°C – 24 hs	0,36	±0,04
Casca torrada 160°C – 5 min	0,47	±0,05

O teor médio de cafeína na casca de café *in natura* é inferior aos limites relatados na literatura que são de 0,48 a 1,31% para casca do *coffea arabica*.

Diferentemente, a casca torrada apresentou aumento no teor de cafeína. Nogueira (2000) constatou o aumento do teor de cafeína na torrefação dos grãos de café, o que sugere que o mesmo fenômeno possa estar ocorrendo na casca.

#### 3.2 Extração da Cafeína

Para determinação da quantidade de cafeína extraída nos ensaios de extração, realizaram-se as extrações com a casca torrada, pois esta apresentou maior quantidade de cafeína. A Tabela 2 mostra as médias e desvios padrão das eficiências, conforme condições estabelecidas no item 2.3 da metodologia.

Tabela 2. Eficiências das extrações de cafeína da casca de café torrada pelo tempo de 8 horas.

Modo de Contato	Média	Desvio
Direto sem agitação	40	±4
Soxhlet	47	±8
Direto com agitação	50	±10

Como podem ser observados na tabela 6 os valores das médias das eficiências foram iguais considerando-se o desvio padrão. Entretanto optou-se por estudar o método direto com agitação que, apesar de ter apresentado o maior desvio, também foi adotado no estudo de Fernandes (2007). Na Fig. 4 é possível visualizar o perfil da eficiência de extração por contato direto com agitação em função do tempo.

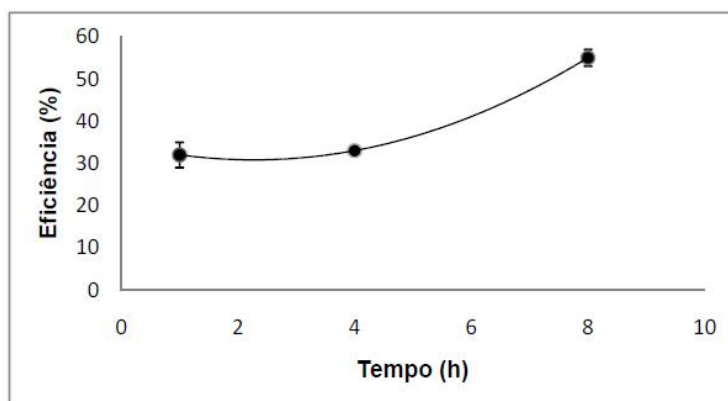


Fig. 4. Eficiência de extração por contato direto com agitação em função do tempo.

Os valores das eficiências apresentaram-se próximos, considerando os erros médios, para as extrações de 1 e 4 horas. Isso pode acontecer se o período de

extração de 4 horas não for suficiente para que a extração passe a ser regida por fenômenos de difusão, sendo ainda ditada pela diferença de concentração.

A extração por um período de 8 horas apresentou uma eficiência razoavelmente maior, logo se supõe que os fenômenos difusivos passam a ser maiores na extração em um período situado entre 4 e 8 horas.

Como o tempo de extração de 8 horas mostrou-se mais promissor, estudou-se a relação casca/solvente de 1:5, 1:10 e 1:20, neste período e método de extração. Os resultados obtidos estão na Fig. 5.

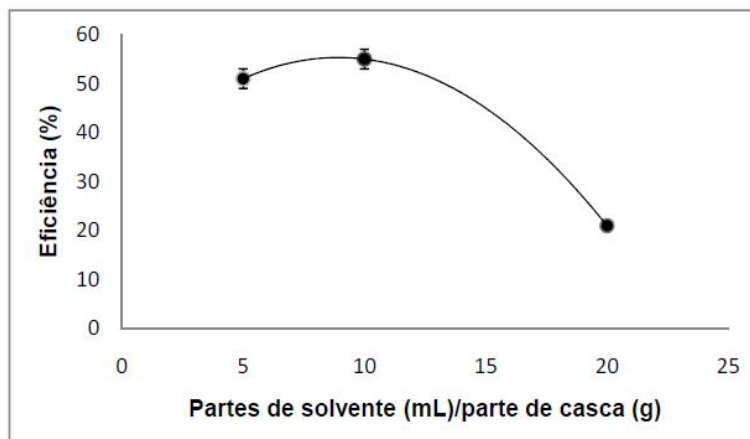


Fig. 5. Eficiência de extração por contato direto com agitação em função da relação casca/solvente.

Para as extrações empregando relação casca/solvente de 1:5 e 1:10 verificou-se que as eficiências apresentaram-se praticamente constantes, tendo em vista os erros experimentais envolvidos, porém os experimentos empregando relação de 1:20 apresentaram uma eficiência média razoavelmente menor, o que sugere que ocorre queda da eficiência com a diminuição da relação casca/solvente. O comportamento esperado é coerente, pois a medida que o volume de solvente aumenta a transferência de massa é dificultada.

Por fim, a Tabela 3 apresenta os resultados das eficiências de extração de cafeína utilizando o método indireto através do Soxhlet. Este trabalho apresentou resultado superior ao de Molano (1946).

Tabela 3- Comparação dos resultados de extração de cafeína pelo método indireto.

Condições de Operação	Molano (1946)	Este trabalho
Solvente	Clorofórmio	Diclorometano
Material	Folha seca	Casca seca
Contato	Indireto	Indireto
Eficiência	38%	47%

### 3.3 Purificação da Cafeína

Conforme estabelecido na metodologia, para os experimentos realizados calculou-se a eficiência da purificação como sendo de 99,95%, tendo sido o rendimento da purificação de 2,28% e a pureza da amostra final de 90,58%. Estes resultados refletem que a purificação é satisfatória, porém altas perdas de cafeína ocorrem durante o processo o que resulta em um baixíssimo rendimento. Propostas de



melhoria do processo de purificação foram efetuadas a fim de aumentar o rendimento.

#### 4 Conclusões

As variáveis de extração de cafeína com a casca de café torrada com diâmetro menores que 0,295mm mais promissoras foram a de contato direto com agitação por um período de 8 horas utilizando a relação casca/solvente de 1:5, correspondendo a 51±2%. A extração por um período de 8 horas se mostrou mais eficiente quando comparada as eficiências das extrações por contato direto com agitação nos períodos de 8, 4 e 1 h, sendo de 55±2%, 33±1% e 32±3%, respectivamente. Na comparação da eficiência da extração com relação à proporção casca/solvente verificou-se que as relações de 1:5 e 1:10 foram semelhantes, sendo de 51±2%, 55±2%, respectivamente, contudo aquela oferece economia de solvente. De outra forma notou-se a perda significativa da eficiência com a diminuição da relação casca/solvente para 1:20, apresentando eficiência de 21±1%.

Com relação à purificação constatou-se alta eficiência e grau de pureza, 99,95% e 90,58%, respectivamente.

#### 5 Referências Bibliográficas

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira: Café Safra 2009 Quarta estimativa. Brasília: Conab, 2009. P.15.

OLIVEIRA, A. S. Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana de açúcar para vacas leiteiras. 2005. 109 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

VEGRO, C. L. R.; DE CARVALHO, F. C. Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agroindustrial do café. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 31., 1993, Ilhéus. SOBER, 1993.

MAGALHÃES, E. A. et al. Casca de café associada à lenha como combustível para aquecimento indireto do ar de secagem. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, vol. Especial Café, n. 10, p. 66-72, 2008.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, Balança Comercial Brasileira: Cafeína. 2009. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 29 abr. 2010.

CHAVES, J. C. D. et al. Estimativa do teor de cafeína nas sementes de café baseada na sua concentração nas folhas de mudas e de plantas adultas. ActaScientiarum Agronomy, Maringá, v. 26, n. 3, p. 232, p. 287-292, 2004.

YOSHIDA, L. M.; FINZER, J. R. D.; LIMAVERDE, J. R. Avaliação das variáveis independentes do processo de extração de solúveis de casca de café torrada. Uberlândia. 2005. p. 1-5.

FERNANDES, G. Extração e Purificação de Cafeína da Casca do Café. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

TOCI, A.; FARAH, A.; TRUGO, L. C. EFEITO DO PROCESSO DE DESCAFEINAÇÃO COM DICLOROMETANO SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS CAFÉS ARÁBICA E ROBUSTA ANTES E APÓS A TORRAÇÃO. Química Nova, Rio de Janeiro, v. 29, n. 5, p.965-971, 6 jul. 2006. p.966.p.967.

MOLANO, Dora Turk. Sobre lacafeina. 1946. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Departamento de Facultad de Química, Universidad Nacional, Bogotá, 1946.