

ESTUDO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA EM ÓLEOS DE SEMENTES DE CHIA OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Vanessa Piccoli Ripke*
Simone Canabarro Palezi**
Luana Rodrigues Nobre***

RESUMO

As sementes de Chia (*Salvia hispânica*) possuem uma quantidade significativa de lipídios, um componente importante para a dieta humana. No entanto, o óleo sofre processo de oxidação principalmente pela sua interação com o oxigênio, o que produz aromas indesejados pela presença de componentes como aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos, substâncias responsáveis pelo sabor e odor de produtos rançosos. Um dos métodos utilizados na determinação da oxidação lipídica é o Índice de Peróxido, utilizado para medir a fase inicial da oxidação na qual ocorre a liberação de peróxidos e alterações não percebidas sensorialmente. Neste estudo, verificou-se avaliação oxidativa, por meio do Índice de Peróxido, em óleos de sementes de chia obtidos de diferentes métodos de extração. Para obtenção da fração lipídica foram utilizados os métodos de extração a quente, como Soxhlet, e a frio, como Bligh & Dyer e prensagem a frio. Os óleos obtidos apresentaram valores dentro do padrão estabelecido pela legislação, obtendo-se valores de 7,0 e 3,5 meq peróxido/kg de óleo para as metodologias de Soxhlet e prensagem a frio, respectivamente. No que se refere à aplicação do método de Bligh e Dyer, não foi possível a extração de óleo das sementes de chia, uma vez que a chia, ao ser colocada em contato com a água, imediatamente sofre o processo de hidratação, ocasionando a formação de um gel que impede a extração de lipídios, sendo necessário o estudo da metodologia para extração da fração lipídica em sementes de chia. Palavras-chave: Óleo. Chia. Métodos de extração.

1 INTRODUÇÃO

Os óleos vegetais são utilizados para muitos fins alimentares e industriais. Apesar da grande variedade de fontes de óleos vegetais, o consumo mundial é dominado por palma, soja, colza e girassol. Nos últimos anos tem havido um desenvolvimento paralelo de espécies de plantas promissoras pouco exploradas como fonte de óleos alimentares, muitas delas com quantidades significativas de óleo, como é o caso da chia (IXTAINA, 2011).

A chia (*Salvia hispânica* L.), conhecida como “salvia espanhola” é uma planta herbácea nativa das regiões Sul do México e Norte da Guatemala. Durante séculos, as sementes de chia foram utilizadas pelos Maias e Astecas como alimento e oferenda aos deuses durante as cerimônias religiosas. Esse costume desapareceu após a conquista do território pelos espanhóis, os quais acabaram substituindo a chia por suas culturas preferidas, trazidas da Europa (AYERZA; COATES, 2005; BUENO et al., 2010). Na década de 1990, o cultivo da chia foi retomado, desde então, ressurgiu o interesse pela semente.

* Graduando do Curso de Engenharia de Alimentos; Bolsista do Programa de Iniciação Científica da Universidade do Oeste de Santa Catarina de São Miguel do Oeste; vripke1@hotmail.com.br

** Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos; Professora da Universidade do Oeste de Santa Catarina de São Miguel do Oeste; simone.palezi@unoesc.edu.br

*** Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos; Professor da Universidade do Oeste de Santa Catarina de São Miguel do Oeste; luana.nobre@unoesc.edu.br

Estudos recentes de suas propriedades mostram que a chia possui um significativo valor nutricional, sendo recomendado o seu uso diário, em razão do seu elevado conteúdo de antioxidantes, fibras, proteínas e óleo, com um grande destaque ao alto teor de ácidos graxos insaturados, como o ácido linolênico e linoleico (PEIRETTI; GAI, 2009).

Os ácidos alfa linolênico e linoleico são precursores da série ômega 3 e 6, sendo considerados ácidos graxos essenciais, pois não podem ser sintetizados pelo organismo, devendo ser adquiridos por meio da dieta. Além de possuir ação anti-inflamatória, sua ingestão pode auxiliar na prevenção de doenças cardíacas, diabetes e hipertensão arterial (PUWASTIEN et al., 1999).

Segundo Fennema (2010), oxidação lipídica é o termo geral utilizado para descrever uma sequência complexa de alterações químicas resultantes da interação de lipídeos com o oxigênio. Durante reações de oxidação de lipídeos, os ácidos graxos esterificados em triacilgliceróis e fosfolipídios decompõem-se, formando moléculas pequenas e voláteis que produzem aromas indesejados conhecidos como rancidez oxidativa; importante salientar esses compostos são prejudiciais à qualidade dos alimentos.

Muitos são os métodos químicos e físicos que têm sido propostos para quantificar a formação dos compostos resultantes da oxidação lipídica, como a determinação dos valores de peróxido, dienos conjugados, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, teste de Kreis, entre outros (JARDINE et al., 2002).

Existem vários métodos para extração de lipídios e avaliação do seu teor em alimentos e ingredientes alimentícios (GUSSO et al., 2012). Entre os métodos de extração, destaca-se o emprego do extrator Soxhlet, o qual utiliza refluxo do solvente por várias horas com aquecimento, e a prensagem a frio, com armazenamento à baixa temperatura no escuro (IXTAINA et al., 2011). Assim, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a oxidação lipídica de óleos extraídos de sementes de chia por meio dos processos de extração de lipídios a quente, pelo método de Soxhlet, e a frio, realizado pela prensagem das sementes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A *Sálvia hispânica*, ou chia, é uma planta herbácea nativa das regiões Sul do México e Norte da Guatemala, e sua cultura foi expandida até a América do Sul. Suas sementes foram amplamente utilizadas por civilizações Maias e Astecas, principalmente como alimento. Seus grãos são ovalados e têm aproximadamente 2 mm de largura, com coloração preta ou marrom escura, com pontos brancos ou cinzas (COATES; AYERZA, 1996).

Embora a chia não seja um alimento muito conhecido, sua produção global está aumentando em razão de suas propriedades saudáveis (DUNN, 2010). Estudos recentes revelam notáveis propriedades nutricionais nas sementes de chia, sendo recomendado o seu uso diário, considerando-se seu elevado valor nutricional com alto conteúdo de ácido α -linolênico (ômega-3) e linoleico (ômega-6), conteúdo de óleo, proteína, antioxidantes, minerais e fibra alimentar (IXTAINA et al., 2011).

Segundo Coelho e Salas-Mellado (2014), sementes de chia são utilizadas como suplementos nutricionais, bem como na fabricação de barras de sementes, cereais matinais e biscoitos, nos Estados Unidos, América Latina e Austrália. É ideal para o enriquecimento de certo número de produtos, como alimentos para bebês, alimentos assados, barras de cereais, iogurtes e molhos.

Em relação à composição química, as sementes são compostas por proteínas (15 a 25%), lipídeos (30 a 33%), fibras altamente dietéticas (18 a 30%), carboidratos (2 a 41%), cinzas (4 a 5%), minerais, vitaminas e matéria seca (90 a 93%) (IXTAINA et al., 2008). Estudos vêm sendo desenvolvidos, principalmente, em razão da qualidade do óleo presente na chia. Pesquisas mostram que a semente contém entre 25 e 38% de óleo, do qual os constituintes principais são os triglicerídeos, em que ácidos graxos poli-insaturados (alfa-linolênico e linoleico) estão presentes em maiores quantidades, e estas são significativamente maiores do que as encontradas nos óleos de soja, linhaça e canola (GUNSTONE; PADLEY, 1997). Essa semente pode ser considerada um alimento funcional, já que se trata de uma fonte de ácido graxo ômega-3 (AYERZA; COATES, 2011).

O conteúdo lipídico é tradicionalmente determinado por métodos gravimétricos através da extração com solventes. Existem vários métodos para extração de lipídios, entre eles o de Soxhlet, hidrólise ácida e o de Bligh e Dyer, os quais são considerados métodos de extração dominantes para a avaliação do teor de lipídios em alimentos e ingredientes alimentícios (GUSSO et al., 2012).

Entre as metodologias de extração a quente, destaca-se a feita em equipamento tipo Soxhlet. Esse método consiste no tratamento sucessivo e intermitente da amostra imersa em um solvente puro (éter de petróleo, éter dietílico ou n-hexano), graças à sifonagem e subsequente condensação do solvente aquecido dentro do balão que está na base do aparelho (SOXHLET, 1879).

As vantagens que o método de Soxhlet apresenta são que a amostra está sempre em contato com o solvente e dissolve o óleo com facilidade; a temperatura do sistema mantém-se relativamente alta, visto que o calor aplicado para o processo de evaporação é constante; é uma metodologia muito simples, que não requer treinamento especializado e que possibilita a extração de uma quantidade maior de óleo em relação a outros métodos. Contudo, apresenta como desvantagens o emprego de solventes de alta toxicidade, longo tempo requerido para a extração e grande volume de solvente utilizado (BRUM et al., 2009; MANDARINO; ROESSING, 2001).

Em relação à extração a frio, um método frequentemente utilizado é a prensagem a frio, que fornece um óleo de elevada pureza, sendo muito utilizado na elaboração de produtos naturais (SILVA et al., 2012). A prensagem contínua de grãos oleaginosos é um método rápido, fácil e de baixo custo para a obtenção de óleos, no entanto, sua eficiência é bem inferior àquela conseguida pelo tradicional método de extração por solvente, sendo afetada diretamente pelas condições iniciais dos grãos, como o teor de umidade e temperatura, e por aspectos construtivos do equipamento, como dimensionamento do seu eixo e da gaiola (PIGHINELLI et al., 2008).

O método de extração a frio proposto por Bligh e Dyer utiliza uma mistura binária de solventes. Uma das vantagens desse método é a formação de um sistema bifásico a partir das proporções de solventes adicionados durante o processo de extração. A formação desse sistema bifásico está baseada na teoria do equilíbrio líquido-líquido de três componentes (clorofórmio/metanol/água). Além disso, apresenta vantagens como a extração de todas as classes de lipídios sem aquecimento e equipamentos sofisticados. A toxicidade dos solventes empregados e a extração de contaminantes não lipídicos da fase orgânica são desvantagens dos métodos de Bligh e Dyer (UNDELAND et al., 1998; BRUM et al., 2009).

A chia tem grande potencial dentro da indústria alimentícia, considerando-se que a sua oxidação é mínima, comparada com outras fontes de ômega-3, como a linhaça, que apresenta uma decomposição rápida em razão da ausência de antioxidantes (TOSCO, 2004; COELHO; SALAS-MELLADO, 2014). A semente de chia contém uma quantidade de compostos com potente atividade antioxidante em decorrência de substâncias como miricetina, quercetina, kaempferol e ácido cafeico. Esses compostos são antioxidantes primários e sinérgicos, que contribuem para a sua potente atividade antioxidante. A importância destes é a atividade contra a oxidação de lipídios que afeta não apenas a qualidade dos alimentos, mas também a saúde do consumidor (CASTRO-MARTINEZ et al., 1986; TAGA et al., 1984).

Segundo Fennema et al. (2010), oxidação lipídica é o termo geral utilizado para descrever uma sequência complexa de alterações químicas resultantes da interação de lipídeos com o oxigênio. Durante reações de oxidação de lipídeos, os ácidos graxos esterificados em triacilgliceróis e fosfolipídios decompõem-se, formando moléculas pequenas e voláteis, que produzem aromas indesejados, conhecidos como rancidez oxidativa.

Um dos métodos utilizados para determinar a oxidação lipídica é o índice de peróxido, pois os hidroperóxidos são os primeiros compostos a se formarem no processo de oxidação. Eles são inodoros e se decompõem em uma variedade de compostos secundários, voláteis e não voláteis (GRAY et al., 1996).

O Índice de Peróxido (IP) é usado para medir a fase inicial da oxidação, na qual há liberação de peróxidos e as alterações não são percebidas sensorialmente. Por sua ação fortemente oxidante, os peróxidos orgânicos formados no início da rancificação atuam sobre o iodeto de potássio liberando iodo, que será titulado com o tiosulfato de sódio, em presença de amido como indicador. Ele indica até que ponto a oxidação progrediu (MATHIAS et al., 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade do Oeste de Santa Catarina de São Miguel do Oeste. A chia foi adquirida no comércio local de São Miguel do Oeste e caracterizada quanto à umidade, cinzas, proteínas e lipídios, de acordo com a metodologia da Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1995).

Os métodos de extração de lipídios analisados foram de Soxhlet, Bligh e Dyer e prensagem a frio. O óleo bruto de sementes de chia obtido pelo método de extração a quente foi extraído pelo método de Soxhlet (AOAC, 1995); para

os métodos de extração a frio foram analisados Bligh e Dyer (1959) e prensagem a frio. O óleo bruto obtido por prensagem a frio foi adquirido no comércio local.

Para extração pelo método de Soxhlet, as amostras de sementes de chia foram primeiramente trituradas por aproximadamente 60 segundos. A extração foi feita com a utilização do solvente éter de petróleo em extrator de Soxhlet pelo período de seis horas. Após esse tempo, foi feita a recuperação do solvente em evaporador rotativo a vácuo a 40 °C.

O óleo bruto obtido a partir da semente de chia também foi extraído por meio do método de Bligh e Dyer (1959), que consiste na adição de uma mistura binária de solventes (metanol e clorofórmio) e água. A amostra é, então, filtrada, e obtêm-se duas fases, uma com clorofórmio e óleo, e outra com metanol e água. Após, o solvente é recuperado em evaporador rotativo, e é feita a pesagem dos lipídios para posterior cálculo do seu rendimento.

O óleo obtido pelos diferentes métodos de extração foram caracterizados em relação a sua avaliação oxidante por meio do índice de peróxido, conforme as metodologias da American Oil Chemists' Society (AOCS) (Cd 8-53) (1980). O índice de peróxido foi determinado pela titulação da amostra, diluída em uma solução de ácido acético-clorofórmio, com tiosulfato de sódio, utilizando solução de amido como indicador. O IP foi expresso em meq kg⁻¹de óleo.

Os valores de índice de peróxido dos óleos obtidos dos diferentes métodos de extração em estudo foram comparados usando o teste de Tukey de diferença de médias. Os valores foram considerados significativos a um nível de P<0,05.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a caracterização da semente de chia referente à sua composição proximal.

Tabela 1 – Composição proximal da semente de chia

	Sementes de chia
Umidade (%)	8,0 ± 0,55
Cinzas (%)	4,3 ± 0,05
Proteína (%)	21,7 ± 1,00
Lipídios (%)	26,0 ± 0,40

Fonte: os autores.

Nota: Valor médio erro padrão (n=3).

Os resultados encontrados na composição proximal da semente de chia foram semelhantes aos encontrados por outros autores. O teor de umidade encontrado foi de 8,0%. De acordo com Muñoz et al. (2012a), a umidade da semente de chia varia entre 5,5 e 7,25%, dependendo da umidade relativa do ambiente.

Em relação ao conteúdo de cinzas e proteínas da semente, obtiveram-se valores de 4,3 e 21,7%, respectivamente. Os resultados encontrados estão de acordo com o estudo realizado por Xavier et al. (2014), no qual foram encontrados valores de 4,88 e 20,24% para o conteúdo de cinzas e proteínas, mostrando que a semente de chia é boa fonte de proteína.

Os resultados obtidos também apontam que a semente de chia é uma boa fonte de lipídios. De acordo com Ayerza (1995), a semente de chia apresenta de 25 a 39% de lipídios. Borneo et al. (2010) relatam que a semente possui variância na quantidade de óleo de 25% a 35%, sendo este um dos principais componentes da semente. Já Tosco (2004) cita que a quantidade de óleo varia entre 32 e 39%, sendo este muito importante para a nutrição humana. Cabe salientar que variações nos conteúdos dos componentes constituintes da semente podem ocorrer em razão de diversos fatores como a cultivar produtora da semente e as condições climáticas de cultivo.

A chia é rica em ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), particularmente, ácido ω -linolênico, o ω -3. A presença desses ácidos graxos na dieta de indivíduos promove uma redução na incidência de doenças cardiovasculares (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014).

A Tabela 2 apresenta a avaliação oxidativa por meio do índice de peróxido (IP) dos óleos extraídos por intermédio da metodologia de Soxhlet (1879) e prensagem a frio.

Tabela 2 – Avaliação oxidativa de óleos provenientes de sementes de chia por diferentes métodos de extração

	Índice de Peróxido (meq peróxido kg ⁻¹ de óleo)
Método de Soxhlet	7,0 ± 0,5 ^a
Método de prensagem a frio	3.5 ± 0,1 ^b

Fonte: os autores.

Nota: Valor médio ± erro padrão (n=3). Letras com sobrescritos diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa (P<0,05).

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que os valores encontrados para o índice de peróxido, tanto para o óleo obtido por meio da extração pelo método de Soxhlet quanto para óleo obtido pela prensagem a frio, apresentaram-se dentro do padrão estabelecido pela legislação. De acordo com a legislação, óleos e gorduras devem apresentar um índice de peróxido máximo de 10 meq peróxido/kg de óleo (ANVISA, 2004), enquanto para óleos prensados a frio esse valor deve ser no máximo 15 meq peróxido/kg de óleo (ANVISA, 2005).

Conforme o teste de Tukey HSD de diferenças de médias, pode-se verificar na Tabela 2 que os valores encontrados para o índice de peróxido apresentam diferença significativa (p<0,05) para os óleos analisados.

Pode-se observar também na Tabela 2 que o óleo de chia obtido por meio do método de Soxhlet obteve um maior valor para o índice de peróxido em relação ao óleo extraído pelo método de prensagem a frio. Isso ocorre porque no método de Soxhlet a temperatura do sistema mantém-se relativamente alta, visto que o calor aplicado para o processo de evaporação é constante, fazendo com que o óleo permaneça exposto por determinado tempo a uma temperatura elevada, o que pode ocasionar a aceleração da oxidação lipídica. Segundo Lima e Gonçalves (1994) e Ramesh (1995), a elevação do índice de peróxido demonstra o aumento da oxidação térmica e lipídica, formando hidroperóxidos que podem comprometer o aroma, a cor e o sabor dos óleos, culminando no processo de rancificação do óleo.

No que se refere à aplicação do método de Bligh e Dyer, não foi possível a extração de óleo das sementes de chia, uma vez que a chia, ao ser colocada em contato com a água, imediatamente sofre o processo de hidratação, ocasionando a formação de um gel que impede a extração de lipídios, considerando-se que nessa metodologia tem-se uma mistura binária de clorofórmio-metanol e água.

De acordo com Brum (2009), a metodologia escolhida para a extração da fração lipídica pode afetar a quantidade extraída e sua qualidade oxidativa. Os solventes utilizados nas extrações e a temperatura influenciam significativamente a eficiência da extração, de acordo com as especificidades e interações nas matrizes analisadas. O solvente para extração de óleo de um tecido animal ou vegetal deve ser escolhido conforme as características intrínsecas da matriz.

Manirakiza et al. (2001), em estudo comparativo de diferentes métodos de extração de lipídios totais, verificaram que o método de Soxhlet, utilizando diferentes solventes, como éter de petróleo, metanol, n-hexano, diclorometano:hexano(1:4) e acetona:hexano (1:4), foi conveniente para extração da fração lipídica de amostras sólidas que continham alto teor de lipídios, como chocolate em pó, margarina, leite em pó e ração para frango. Os métodos de Bligh e Dyer, um usando clorofórmio-metanol-água, e um modificado, utilizando isopropanol-ciclo-hexano-água, foram mais adequados para extração de amostras líquidas, como leite, ovos e plasma humano. As amostras extraídas com metanol, tanto por Soxhlet como por Bligh e Dyer, apresentaram alto rendimento em óleo, já que o metanol possui um poder de solvatação superior ao dos outros solventes usados, extraíndo os lipídios e os não lipídios da matriz em estudo.

Nesse caso, sugere-se o estudo da metodologia de Bligh e Dyer para extração da fração lipídica em sementes de chia, em busca de uma metodologia que torne possível a obtenção do óleo por meio do método de extração a frio.

5 CONCLUSÃO

No presente trabalho avaliou-se a oxidação lipídica, por meio do índice de peróxido, de óleos obtidos de sementes de chia utilizando-se diferentes métodos de extração da fração lipídica a quente e a frio. Os óleos de chia obtidos pelo método de extração a quente (Soxhlet) apresentaram diferenças significativas (p<0,05) em relação ao óleo prensado a frio, porém, apresentaram-se dentro do padrão estabelecido pela legislação. Quanto à aplicação do método de Bligh e Dyer, não foi possível a extração de óleo das sementes de chia, dessa forma, sugere-se a busca de uma metodologia que torne possível a obtenção do óleo por meio desse método.

Lipid oxidation study in chia seeds oils obtained by different extraction methods

Abstract

Chia seeds (Salvia hispanica) have a significant amount of lipids, an important component for human diet. However, the oil undergoes oxidation process mainly by its interaction with the oxygen, what produces undesirable aroma by the presence of components such as aldehydes, ketones, alcohols and hydrocarbons, substances responsible for the flavor and odor of stale product. One method used for determining the lipid oxidation is the Peroxide Index, used to measure the initial stage of oxidation in which the release of peroxides and changes not perceived sensorially occurs. In this study, the oxidative evaluation was verified, through Peroxide Index, in chia seeds oils obtained from different extraction methods. For obtaining the lipid fraction, the methods of hot extraction such as Soxhlet, and cold one, such as Bligh and Dyer and cold pressing. The oils obtained had values within the pattern established by legislation, yielding values of 7.0 and 3.5 meq peroxide/kg of oil to the methodologies Soxhlet and cold pressing, respectively. Regarding the application of Bligh and Dyer method, it was not possible to extract oil from chia seed, since chia, when in contact with water, immediately undergoes the hydration process, causing the formation of a gel that hinders the extraction of lipids, which requires the study of the methodology for the extraction of the lipid fraction in chia seeds.

Keywords: Oil. Chia. Extraction methods.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Consulta Pública n. 85, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento técnico para óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 dez. 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC n. 270. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 set. 2005.
- AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. **Official and Tentative Methods of American Oil Chemists' Society**. 3th ed. 1980.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16th ed. Arlington: [s.n.], 1995.
- AYERZA, Richard. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 72, i. 9, p. 1079-1081, 1995.
- AYERZA, Richard; COATES, Wayne. **Chia: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs**. Tucson: The University of Arizona Press, 2005.
- AYERZA, Richard; COATES, Wayne. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potencial criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 34, p. 1366-1371, 2011.
- BLIGH, E. Graham; DYER, William J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 27, p. 911-917, 1959.
- BORNEO, Rafael; AGUIRRE, Alicia; LEÓN, Alberto. Chia (*Salvia hispânica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 110, i. 6, p. 946-949, 2010.
- BRUM, Aelson Aloir Santana; ARRUDA, Lia Ferraz; REGITANO-D'ARCE, Marisa Aparecida Bisamara. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 849-854, 2009.
- BUENO, Mirian et al. Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispânica* L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, Sociedad Latinoamericana de Fitoquímica Chile, v. 9, n. 3, p. 221-227, mayo 2010.

- CASTRO-MARTINEZ, R.; PRATT, D. E.; MILLER, E. E. Natural antioxidants of chia seeds. In: WORLD CONFERENCE ON EMERGING TECHNOLOGIES IN THE FATS AND OILS INDUSTRY, 1986, Riverside. **Proceedings...** Illinois: American Oil Chemists' Society, 1986, p. 392-396.
- COATES, Wayne; AYERZA, Richard. Production potential of chia in north-western Argentina. **Industrial Crop Production**, v. 5, p. 229-233, 1996.
- COELHO, Michele Silveira; SALAS-MELLADO, Myriam de las Mercedes. Review: Chemical composition, functional properties and technological applications of chia (*Salvia hispanica L.*) seeds in foods. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, i. 4, p. 259-268, out./dez. 2014.
- DUNN, Josette. The Chia Company Seeks Entry into European Market. **AFN, thought for food**, 2010. Disponível em: <<http://ausfoodnews.com.au/2010/02/08/the-chia-company-seeks-entry-into-european-market.html>>. Acesso em: 05 ago. 2015.
- FENNEMA, Owen R.; PARKIN, Kirk L.; DAMODARAN, Srinivasan. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Nobel, 2010.
- GRAY, J. I.; GOMMA, E. A.; BUCKELEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, v. 43, p. 111-123, 1996.
- GUNSTONE, Frank D.; PADLEY, Fred B. **Lipid technologies and applications**. New York: Marcel Decker, 1997.
- GUSSO, Ana Paula et al. Comparison of different analytical methods for quantification of lipids in ricotta cream. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, n. 389, v. 67, p. 51-55, nov./dez. 2012.
- IXTAINA, Vanessa Y.; NOLASCO, Susana M.; TOMÁS, Mabel C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica L.*) seeds. **Industrial Crops and Products**, New York, v. 28, n. 3, p. 286-293, 2008.
- IXTAINA, Vanessa Y. et al. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of food composition and analysis**, v. 24, p. 166-174, 2011.
- JARDINE, Daniel. Liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) investigation of the thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) reaction. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 50, p. 1720-1724, 2002.
- LIMA, Janice Ribeiro; GOLÇALVES, Lireny Aparecida Guaraldo. Parâmetros de avaliação da qualidade de óleo de soja utilizado para fritura. **Química Nova**, v. 17, n. 5, p. 392-296, 1994.
- MANDARINO, José Marcos Gontijo; ROESSING, Antonio Carlos. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Embrapa, 2001.
- MATHIAS, Simone Pereira et al. Alterações oxidativas (cor e lipídios) em presunto de peru tratado por Alta Pressão Hidrostática (APH). **Ciência Tecnologia Alimentos**, v. 30, p. 852-857, 2010.
- MANIRAKIZA, Philemon; COVACI, Adrian; SCHEPENS, Paul. Comparative Study on Total Lipid Determination using Soxhlet, Roese-Gottlieb, Bligh & Dyer, and Modified Bligh & Dyer Extraction Methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, p. 93, 2001.
- MUÑOZ, Loreto A. et al. Characterization and Microstructure of Films Made from Mucilage of *Salvia hispanica* and Whey Protein Concentrate. **Journal of Food Engineering**, London, v. 111, i. 3, p. 511-518, 2012.
- PEIRETTI, Pier Giorgio; GAI, Francesco. Fatty Acid and Nutritive Quality of Chia (*Salvia hispanica L.*) Seeds and Plant during Growth. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 148, i. 2-4, p. 267-275, 2009.
- PIGHINELLI, Anna Leticia Montenegro Turtelli et al. Otimização da prensagem a frio de grãos de amendoim em prensa contínua tipo expeller. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 66-71, dez. 2008. Suplemento.
- PUWASTIEN, Prapasri; NAKNGAMANONG, Yupapom; BHATTACHARJEE, Lalita. Proximate composition of raw and cooked thai freshwater and marine fish. **Journal Food Composition and Analysis**, v. 12, p. 9-16, 1999.

RAMESH, M. Microwave treatment of groundnut (*Arachis hypogaea*): Extractability and quality of oil and its relation to lipase and lipoxygenase activity. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v. 28, i. 1, p. 96-99, 1995.

SILVA, Nina Katia da et al. Obtenção e caracterização de óleo de semente de romã (*Punica granatum*) por prensagem a frio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19., 2012. **Anais...** Búzios, set. 2012.

SOXHLET, F. **Journal Polytechnisches**, v. 232, p. 461, 1879.

TOSCO, Giovanni. Os Benefícios da “Chia” em Humanos e Animais. **Atualidades Ornitológicas**, n. 119, p. 7, 2004.

UNDELAND, Ingrid; HÄRRÖD, Magnus; LINGNERT, Hans. Comparison between methods using low-toxicity solvents for the extraction of lipids from herring (*Clupea havengus*). **Food Chemistry**, Oxford, v. 61, i. 3, p. 355-365, 1998.

XAVIER, Danniella et al. Elaboração, caracterização físico-química, microbiológica e avaliação sensorial de pasta de tomate enriquecida com chia (*Salvia hispânica L.*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, Paraná. v. 8, n. 2, p. 1603-1617, 2014. Suplemento.