

# Avaliação do óleo de girassol adicionado de antioxidantes sob estocagem

## *Evaluation of stored sunflower oil with the addition of antioxidants*

Priscila Milene ANGELO<sup>1</sup>, Neuza JORGE<sup>1\*</sup>

### Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos, isolado e sinérgico, dos antioxidantes, extrato de coentro e palmitato de ascorbila, em óleo de girassol submetido ao teste acelerado em estufa. Desta forma, o óleo de girassol isolado e adicionado de 1.600 mg.kg<sup>-1</sup> de extrato de coentro, 500 mg.kg<sup>-1</sup> de palmitato de ascorbila e da mistura destes antioxidantes foi submetido ao teste acelerado em estufa a 60 °C por 10 dias, cujas amostras foram tomadas nos intervalos de tempo de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias e analisadas quanto ao índice de peróxidos e dienos conjugados. Os resultados obtidos das determinações analíticas foram submetidos às análises de variância e aos testes de Tukey para as médias a 5%, em esquema fatorial, no delineamento inteiramente casualizado. A partir dos resultados, verificou-se que os antioxidantes extrato de coentro, palmitato de ascorbila e a mistura dos antioxidantes quando adicionados no óleo de girassol apresentaram capacidade em retardar a formação de peróxidos em 16,4, 77,5 e 84,0% e dienos conjugados em 11,2, 56,9 e 60,9%, respectivamente. A mistura dos antioxidantes adicionada ao óleo de girassol apresentou um poder antioxidante maior que os antioxidantes aplicados isolados, comprovando o efeito sinérgico dos antioxidantes estudados.

**Palavras-chave:** extrato de coentro; palmitato de ascorbila; óleo de girassol; índice de peróxidos; dienos conjugados.

### Abstract

The objective of this work was to evaluate the isolated and synergistic effects of the antioxidants coriander extract and ascorbyl palmitate in sunflower oil, submitted to an accelerated storage test. Thus, sunflower oil (control) and sunflower oil with the addition of 1,600 mg.kg<sup>-1</sup> coriander extract, 500 mg.kg<sup>-1</sup> ascorbyl palmitate and a mixture of these antioxidants were submitted to an accelerated storage test in an oven at 60 °C for 10 days, where samples were taken at time intervals of 0, 2, 4, 6, 8 and 10 days and analysed for peroxide value and conjugated dienes. The results obtained from the analytical determinations were submitted to analysis of variance and the Tukey test at 5%, in a factorial scheme, following an entirely casualized design. From the results obtained, it was verified that the antioxidants coriander extract, ascorbyl palmitate and the mixture of these antioxidants, when added to sunflower oil, showed the ability to retard the formation of peroxides 16.4, 77.5 and 84.0% and conjugated dienes 11.2, 56.9 and 60.9%, respectively. The antioxidant mixture presented a higher antioxidant potential in sunflower oil than the antioxidants applied alone, which proved the synergistic effect of the antioxidants studied.

**Keywords:** coriander extract; ascorbyl palmitate; sunflower oil; peroxide value; conjugated dienes.

## 1 Introdução

O retardo ou a prevenção da oxidação lipídica, uma das principais causas de deterioração de óleos vegetais, podem ser realizados pela adição de antioxidantes que mantêm a qualidade e prolongam a vida de prateleira do alimento (RAMALHO; JORGE, 2006).

O palmitato de ascorbila é um antioxidante sintético, derivado do éster de ácido ascórbico, com eficiência em retardar a oxidação lipídica (REISCHE; LILLARD; EITENMILLER, 2002). Este composto freqüentemente é classificado como antioxidante natural, mas no sentido exato isto não é correto, pois o ácido ascórbico é encontrado vastamente em vegetais, porém o éster palmitoil não (COPPEN, 1999). O Ministério da Saúde, no Brasil, limita o uso do palmitato de ascorbila a 500 mg.kg<sup>-1</sup> como concentração máxima permitida (BRASIL, 2001).

Entre as inúmeras fontes de antioxidantes naturais estão incluídos grãos e sementes de oleaginosas (NAGEM;

ALBUQUERQUE; MIRANDA, 1992), de cereais (TIAN; WHITE, 1994), sementes de frutas cítricas (PEREIRA, 1996), frutas (DAWES; KEENE, 1999), legumes (GANTHAVORN; HUGHES, 1997) e especiarias (CHIPAULT et al., 1952; MADSEN; BERTELSEN, 1995; MELO et al., 2003).

O coentro (*Coriandrum sativum* L.), pertencente à família *Umbelliferae*, é largamente cultivado e consumido na cozinha nacional e internacional. Vários estudos comprovam a ação antioxidante do coentro (AL-MOFLEH et al., 2006; MELO, 2002; MELO; MANCINI-FILHO; GUERRA, 2005; WANGENSTEEN; SAMUELSEN; MALTERUD, 2004), sendo este potencial antioxidante atribuído à presença de certos fitoquímicos, denominados genericamente de compostos fenólicos.

No teste acelerado em estufa, também conhecido como método de Schaal, o óleo é submetido à temperatura de 60 a 65 °C, na ausência de alimento, em um determinado período de

Recebido para publicação em 17/10/2007

Aceito para publicação em 16/1/2008 (002923)

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, Rua Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth, CEP 15054-000, São José do Rio Preto - SP, Brasil, E-mail: njorge@ibilce.unesp.br

\*A quem a correspondência deve ser enviada

tempo, com a finalidade de se conhecer a sua vida de prateleira, visto que os resultados fornecidos por este teste apresentam uma boa correlação com a avaliação efetuada em condições normais de armazenamento (ANTONIASI, 2001; GÓMEZ-ALONSO et al., 2007; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

A oxidação neste teste é geralmente mensurada pelo índice de peróxidos, sendo as amostras analisadas em intervalos regulares, diariamente ou semanalmente (MAKHOUL; GHADDAR; TOUFEILI, 2006; ROSSEL, 1998). Os principais compostos originados por este tipo de tratamento são os monômeros oxidados (MÁRQUEZ-RUIZ; PÉREZ-CAMINO; DOBARGANES, 1990).

Considerando tais aspectos, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos, isolado e sinérgico, dos antioxidantes, extrato de coentro e palmitato de ascorbila, em óleo de girassol, submetido ao teste acelerado em estufa.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Material

#### Coentro

Para a realização da parte experimental, foi adquirido o coentro fresco no comércio local. Em seguida, foi realizada lavagem em água corrente e foram retiradas as raízes. As folhas e os talos foram dispostos sobre bandejas e secos em estufa com circulação forçada de ar a 45 °C, por 48 horas. Após a desidratação, a especiaria foi triturada e, em seguida, passada em tamis de 80 *mesh* para obtenção de um pó uniforme, sendo este acondicionado em sacos de polietileno e mantido sob congelamento a -18 °C durante o desenvolvimento do trabalho.

#### Antioxidantes

O extrato de coentro (EC) foi obtido pelo processo de extração aquosa proposto por Melo (2002). O coentro desidratado (10 g) foi mantido por 60 minutos sob agitação permanente, em água destilada (100 mL), à temperatura ambiente e, em seguida, a mistura foi centrifugada a 4.000 rpm, por 10 minutos. Após a transferência do sobrenadante, o precipitado foi novamente submetido ao processo de extração e os sobrenadantes foram combinados. A remoção do solvente foi realizada sob pressão reduzida a 60 °C. O extrato seco obtido foi ressuspenso em 50 mL de água destilada e colocado em frasco âmbar e, após aplicação de um fluxo de nitrogênio, foi fechado e mantido a -18 °C até o momento das análises.

O antioxidante palmitato de ascorbila comercial (PA) marca Grindox™ 562, cedido pela empresa Danisco S/A, foi utilizado na forma de *blend*, possuindo em sua composição 10% de palmitato de ascorbila (palmitato de vitamina C), 90% de propileno glicol e emulsificante grau alimentício como veículo.

#### Óleo e emulsificante

Para a realização deste estudo foi utilizado óleo de girassol refinado, isento de antioxidantes sintéticos e de ácido cítrico

e, adicionado do emulsificante mono-diglicerídeo, marca Grindsted Mono-Di Ca 52-B, utilizado para combinar o extrato de coentro com o óleo de girassol.

O óleo de girassol foi fornecido pela empresa Bunge Alimentos S/A, Gaspar-SC e o emulsificante mono-diglicerídeo cedido pela empresa Danisco S/A.

### 2.2 Teste acelerado em estufa

Foram submetidos à estufa quatro tratamentos, conduzidos em duas repetições:

- Óleo de girassol refinado – controle (OGR);
- Óleo de girassol refinado com adição de 1.600 mg.kg<sup>-1</sup> de extrato de coentro (OGR + EC);
- Óleo de girassol refinado com adição de 500 mg.kg<sup>-1</sup> de palmitato de ascorbila (OGR + PA); e
- Óleo de girassol refinado com adição da mistura das concentrações de extrato de coentro e palmitato de ascorbila (OGR + M).

Os tratamentos foram conduzidos em estufa aquecida, utilizando-se béqueres de 50 mL contendo 30 mL de amostra, com relação superfície/volume igual a 0,4 cm<sup>-1</sup>. A temperatura utilizada foi 60 ± 5 °C, normalmente utilizada em testes de estocagem acelerada. O aquecimento foi conduzido de modo contínuo por 10 dias, e as amostras foram tomadas nos intervalos de tempo de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias.

Todas as amostras, de diferentes intervalos de tempo, foram recolhidas em frasco âmbar, inertizadas com nitrogênio gasoso e armazenadas à temperatura de aproximadamente -18 °C até o momento das análises.

### 2.3 Métodos

Na análise do extrato de coentro a quantificação total de compostos fenólicos foi efetuada por método colorimétrico. As amostras do teste acelerado em estufa foram analisadas quanto ao índice de peróxidos e dienos conjugados.

#### Compostos fenólicos totais

A quantificação total de compostos fenólicos foi realizada pelo método desenvolvido por Singleton e Rossi (1965), com o reagente Folin-Ciocalteu, que se baseia na redução dos ácidos fosfomolibdico e fosfotúngstico em solução alcalina e medida espectrofotométrica no comprimento de onda de 765 nm.

Para a quantificação foi elaborada curva padrão utilizando o ácido gálico nas concentrações de 0 a 500 mg.L<sup>-1</sup>, sendo o coeficiente de determinação  $r = 0,9981$  e o resultado expresso em equivalentes gramas de ácido gálico por 100 g de extrato.

#### Índice de peróxidos e dienos conjugados

Foram determinados segundo o método da AOCS Cd 8-53 e Ti 1a-64 (1993).

## 2.4 Análise estatística

O teste acelerado em estufa foi realizado em esquema fatorial 4 x 6, no delineamento inteiramente casualizado, em duas repetições (BANZATTO; KRONKA, 2006). Os resultados obtidos do índice de peróxidos e dienos conjugados, em duplicata, foram submetidos às análises de variância.

A análise de variância e o teste de Tukey para as médias a 5% foram obtidos por meio do programa ESTAT (UNESP, 1999).

## 3 Resultados e discussão

O rendimento do extrato aquoso de coentro resultou em 58,4% e a quantificação de compostos fenólicos encontrada foi de 0,92 equivalentes gramas de ácido gálico por 100 g de extrato. A extração aquosa apresentou um rendimento significativo, comprovando a eficiência do solvente.

A concentração de compostos fenólicos encontrada foi semelhante à do estudo realizado por Wangenstein, Samuelsen e Malterud (2004), cuja concentração de compostos fenólicos totais obtida no extrato aquoso de folhas de coentro foi de 1,06 equivalentes gramas de ácido gálico por 100 g de extrato.

### 3.1 Índice de peróxidos

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar um aumento nos valores de peróxidos em todos os tratamentos durante o aquecimento na estufa, o que é justificado pelo desenvolvimento de produtos primários da oxidação lipídica.

O óleo de girassol, isento da adição de antioxidantes, e o óleo adicionado de extrato de coentro apresentaram diferença significativa entre os valores de peróxidos ao longo do aquecimento, com um aumento drástico já nos primeiros dias de aquecimento, enquanto os óleos adicionados de palmitato de ascorbila e da mistura de antioxidantes não diferiram significativamente até o tempo de aquecimento de 6 e 8 dias, respectivamente, o que pode ser justificado pelo poder antioxidante destas substâncias.

Em relação aos tratamentos dentro de cada tempo de aquecimento, observa-se que no tempo inicial os tratamentos não diferiram significativamente, porém, ao longo do aquecimento todos os antioxidantes utilizados apresentaram um efeito protetor com relação à formação de peróxidos durante o ensaio, já que o índice de peróxidos do óleo de girassol diferiu significativamente de todos os outros tratamentos, por apresentar maior formação de peróxidos.

Os teores de peróxido do óleo adicionado de extrato de coentro mostraram diferença significativa dos demais tratamentos, apresentando maiores teores que os dos outros dois óleos adicionados de antioxidantes. Entretanto, os valores de peróxidos do óleo adicionado de extrato de coentro foram inferiores ao do óleo isento de antioxidantes, revelando que o extrato de coentro possui capacidade de inibir a oxidação lipídica, embora em proporções inferiores a do palmitato de ascorbila e à mistura dos antioxidantes em estudo, durante todo o aquecimento.

Os resultados semelhantes foram encontrados por McMullen et al. (1991) ao realizarem o teste acelerado em estufa com a adição do palmitato de ascorbila em óleo de canola na concentração de 200 ppm e, por meio do índice de peróxidos, pois observaram que este antioxidante foi efetivo em promover a estabilidade do óleo durante o armazenamento em estufa a 65 °C por 12 dias.

Shyamala et al. (2005) ao investigar a atividade antioxidante do coentro, verificaram que o extrato de coentro adicionado em óleo de girassol apresentou melhor resultado que o dos demais vegetais em estudo (repolho e espinafre) e o BHA contra a formação de peróxidos, durante a estocagem à temperatura ambiente por 4 semanas.

Portanto, observou-se neste estudo, que a formação de hidroperóxidos ocorreu em maior porcentagem no óleo adicionado de extrato de coentro, seguido dos óleos adicionados de palmitato de ascorbila e da mistura de antioxidantes.

Como se pode observar na Tabela 2, houve aumento gradual na formação de dienos conjugados ao longo do teste acelerado em estufa, de forma progressiva, do início ao final

**Tabela 1.** Médias de índice de peróxidos (meq.kg<sup>-1</sup>) para a interação tratamentos X tempos de aquecimento.

Tratamentos	Tempos de aquecimento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
OGR	0,62 <sup>fA</sup>	20,82 <sup>eA</sup>	46,17 <sup>dA</sup>	61,59 <sup>cA</sup>	89,20 <sup>bA</sup>	110,25 <sup>aA</sup>
OGR + EC	0,53 <sup>fA</sup>	16,31 <sup>eB</sup>	38,82 <sup>dB</sup>	55,22 <sup>cB</sup>	76,27 <sup>bB</sup>	92,15 <sup>aB</sup>
OGR + PA	0,40 <sup>eA</sup>	2,30 <sup>deC</sup>	3,60 <sup>cdC</sup>	5,28 <sup>cC</sup>	8,09 <sup>bC</sup>	24,79 <sup>aC</sup>
OGR + M	0,10 <sup>cA</sup>	0,93 <sup>bcC</sup>	1,70 <sup>bcC</sup>	2,60 <sup>bcD</sup>	3,60 <sup>bD</sup>	17,68 <sup>aD</sup>

OGR: óleo de girassol refinado; OGR + EC: OGR + 1.600 mg.kg<sup>-1</sup> de extrato de coentro; OGR + PA: OGR + 500 mg.kg<sup>-1</sup> de palmitato de ascorbila; e OGR + M: OGR + 1.600 mg.kg<sup>-1</sup> de extrato de coentro + 500 mg.kg<sup>-1</sup> de palmitato de ascorbila. <sup>A,b</sup>(linha) médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05). <sup>A,B</sup>(coluna) médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).

**Tabela 2.** Médias de dienos conjugados (%) para a interação tratamentos X tempos de aquecimento.

Tratamentos	Tempos de aquecimento (dias)					
	0	2	4	6	8	10
OGR	0,32 <sup>fA</sup>	0,50 <sup>eA</sup>	0,77 <sup>dA</sup>	0,98 <sup>cA</sup>	1,27 <sup>bA</sup>	1,51 <sup>aA</sup>
OGR + EC	0,31 <sup>fA</sup>	0,45 <sup>eB</sup>	0,70 <sup>dB</sup>	0,91 <sup>cB</sup>	1,11 <sup>bB</sup>	1,34 <sup>aB</sup>
OGR + PA	0,35 <sup>dA</sup>	0,35 <sup>dC</sup>	0,37 <sup>cdC</sup>	0,41 <sup>bcC</sup>	0,45 <sup>bcC</sup>	0,65 <sup>aC</sup>
OGR + M	0,34 <sup>bA</sup>	0,35 <sup>bcC</sup>	0,36 <sup>bcC</sup>	0,36 <sup>bcC</sup>	0,38 <sup>bD</sup>	0,59 <sup>aD</sup>

OGR: óleo de girassol refinado; OGR + EC: OGR + 1.600 mg.kg<sup>-1</sup> de extrato de coentro; OGR + PA: OGR + 500 mg.kg<sup>-1</sup> de palmitato de ascorbila; e OGR + M: OGR + 1.600 mg.kg<sup>-1</sup> de extrato de coentro + 500 mg.kg<sup>-1</sup> de palmitato de ascorbila. <sup>A,b</sup>(linha) médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05). <sup>A,B</sup>(coluna) médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).

do aquecimento tanto para o óleo de girassol quanto para os antioxidantes testados.

Abdalla e Roozen (1999), ao estudarem o efeito da estabilidade do óleo de girassol por meio do teste acelerado em estufa a 60 °C por 25 dias, observaram que a taxa de formação de dienos conjugados aumentou rapidamente em todas as amostras após o período de indução de 4 dias.

O óleo de girassol, isento da adição de antioxidantes, e o óleo adicionado de extrato de coentro apresentaram diferença significativa entre os teores de dienos conjugados durante o aquecimento, enquanto os óleos adicionados de palmitato de ascorbila e da mistura de antioxidantes diferiram significativamente apenas nos tempos de aquecimento de 8 e 10 dias.

De acordo com os tratamentos em cada tempo de aquecimento, verificou-se que inicialmente não houve diferença significativa entre os teores dos dienos em todos os tratamentos. Porém, depois de iniciado o aquecimento, a porcentagem de dienos conjugados do óleo com extrato de coentro apresentou diferença significativa dos demais antioxidantes, em todos os tempos, o que indica um efeito protetor menor deste antioxidante quando comparado com o palmitato de ascorbila e a mistura de antioxidantes.

Já o palmitato de ascorbila e a mistura de antioxidantes apresentaram uma ação antioxidante maior, diferindo significativamente dos demais tratamentos, obtendo o mesmo comportamento nos tempos de aquecimento de 0, 2, 4 e 6 dias.

Iqbal e Bhanger (2007) verificaram que o extrato de alho adicionado em óleo de girassol inibiu a oxidação lipídica, diminuindo a formação de dienos conjugados e peróxidos, quando submetido à estocagem acelerada em temperatura ambiente por 24 dias.

Notou-se que os teores de dienos conjugados obtidos com os antioxidantes estudados aumentaram após o aquecimento dos óleos. Observou-se ainda, que entre os antioxidantes em questão, a mistura de antioxidantes apresentou maior poder antioxidante na proteção do óleo em retardar a formação de dienos conjugados em 60,9%, seguida pelo palmitato de ascorbila em 56,9%, enquanto o extrato de coentro reduziu em 11,2% no final do aquecimento.

Contudo, ao final deste estudo, os valores resultantes das determinações de índice de peróxidos e dienos conjugados se correlacionaram para as médias dos tratamentos utilizados, pois o coeficiente de determinação foi de  $r = 0,9998$ .

#### 4 Conclusões

Os resultados permitem considerar que os antioxidantes, extrato de coentro e palmitato de ascorbila, apresentam capacidade de retardar a oxidação lipídica quando adicionados isolados em óleo de girassol submetido ao teste acelerado em estufa. Entretanto, a mistura dos antioxidantes adicionada ao óleo de girassol apresentou um poder antioxidante ainda maior, comprovando o efeito sinérgico dos antioxidantes estudados.

#### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela bolsa de mestrado processo nº 05/52732-9, ao Auxílio à Pesquisa processo nº 05/59801-6, e também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de Produtividade em Pesquisa.

#### Referências bibliográficas

- ABDALLA, A. E.; ROOZEN, J. P. Effect of plant extracts on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion. **Food Chemistry**, London, v. 64, n. 3, p. 323-329, 1999.
- AL-MOFLEH, I. A. et al. Protection of gastric mucosal damage by *Coriandrum sativum* L. pretreatment in Wistar albino rats. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, Amsterdam, v. 22, n. 1, p. 64-69, 2006.
- ANTONIASSI, R. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 353-380, 2001.
- AOCS. American Oil Chemists' Society. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. Champaign: AOCS, 1993.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução nº 04/88. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO, **Compêndio da Legislação de Alimentos**. São Paulo: ABIA, 2001. v. 1, p. 3.26.
- CHIPAULT, J. R. et al. The antioxidant properties of natural spices. **Food Research**, Chicago, v. 17, n. 1, p. 46-55, 1952.
- COPPEN, P. P. The use of antioxidants. In: ALLEN, J. C.; HAMILTON, R. J. (Ed.). **Rancidity in foods**. 3. ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999. p. 84-103.
- DAWES, H. W.; KEENE, J. B. Phenolic composition of kiwi-fruit juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 47, n. 6, p. 2398-2403, 1999.
- GANTHAVORN, C.; HUGHES, J. S. Inhibition of soybean oil oxidation by extracts of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 74, n. 3, p. 1025-1030, 1997.
- GÓMEZ-ALONSO, S. et al. Evolution of major and minor components and oxidation indices of virgin olive oil during 21 months storage at room temperature. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 1, p. 36-42, 2007.
- IQBAL, S.; BHANGER, M. I. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 2, p. 246-254, 2007.
- MADSEN, H. L.; BERTELSEN, G. Spices as antioxidants. **Trends in Food Science Technology**, Cambridge, v. 6, n. 8, p. 271-277, 1995.
- MAKHOUL, H.; GHADDAR, T.; TOUFEILLI, I. Identification of some rancidity measures at the end of the shelf life of sunflower oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 108, n. 2, p. 143-148, 2006.
- MÁRQUEZ-RUIZ, G.; PÉREZ-CAMINO, M. C.; DOBARGANES, M. C. Evaluación nutricional de grasas termoxidadas y de fritura. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 41, n. 6, p. 432-439, 1990.



- MCMULLEN, L. M. et al. Ascorbyl palmitate efficacy in enhancing the accelerated storage stability of canola oil. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 6, p. 1651-1658, 1991.
- MELO, E. A. **Caracterização dos principais compostos antioxidantes presentes no coentro (*Coriandrum sativum* L.)**. Recife, 2002. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde), Universidade Federal de Pernambuco.
- MELO, E. A. et al. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, supl., p. 195-199, 2003.
- MELO, E. A.; MANCINI-FILHO, J.; GUERRA, N. B. Characterization of antioxidant compounds in aqueous coriander extract (*Coriandrum sativum* L.). **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, London, v. 38, n. 1, p. 15-19, 2005.
- NAGEM, T. J.; ALBUQUERQUE, T. T. O.; MIRANDA, L. C. G. Ácidos fenólicos em cultivares de soja: ação antioxidante. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 129-138, 1992.
- PEREIRA, R. B. **Avaliação da atividade antioxidante de sementes de frutas cítricas**. São Paulo, 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.
- REISCHE, D. W.; LILLARD, D. A.; EITENMILLER, R. R. Antioxidants. In: AKOH, C. C.; MIN, D. B. **Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2002. p. 489-516.
- ROSSEL, J. B. Industrial frying process. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 49, n. 3-4, p. 282-295, 1998.
- SHYAMALA, B. N. et al. Leafy vegetable extracts – antioxidant activity and effect on storage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlin, v. 6, n. 2, p. 239-245, 2005.
- SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.
- TIAN, L. L.; WHITE, P. J. Antioxidant of oat extract in soybean and cottonseed oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 71, n. 10, p. 1079-1086, 1994.
- UNESP. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. **ESTAT – Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 2.0. Jaboticabal, 1999. 1 disquete.
- WANGENSTEEN, H.; SAMUELSEN, A. B.; MALTERUD, K. E. Antioxidant activity in extracts from coriander. **Food Chemistry**, London, v. 88, n. 2, p. 293-297, 2004.