

ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS ÓLEOS DE GIRASSOL, MILHO E SOJA EM FRITURAS

Neuza Jorge*, Bruno Bellei Prazeres Soares, Vanessa Martins Lunardi e Cassia Roberta Malacrida

Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rua Cristóvão Colombo, 2265, 15054-000 São José do Rio Preto-SP

Recebido em 27/4/04; aceito em 21/3/05; publicado na web em 11/7/05

PHYSICO-CHEMICAL ALTERATIONS OF SUNFLOWER, CORN AND SOYBEAN OILS IN DEEP FAT FRYING. The aim of this study is to determine the influence of frying time on the alterations of sunflower, corn and soybean oils during deep fat frying of potato chips. The analytical methods used to evaluate the oil alterations are: free fatty acids, peroxide value, refractive index and total polar compounds. An increase of free fatty acids, refractive index and total polar compounds with frying time were observed. The different behaviors observed for the three vegetable oils can be explained by the differences in the initial composition and quality of them.

Keywords: discontinuous frying; vegetable oils; total polar compounds.

INTRODUÇÃO

Durante o processo de fritura, óleos e gorduras estão expostos à ação de três agentes que contribuem para diminuir sua qualidade e modificar sua estrutura: a umidade proveniente dos alimentos, que é a causa da alteração hidrolítica; o oxigênio do ar, que entra na massa de óleo através da superfície do recipiente possibilitando a alteração oxidativa e, finalmente, a elevada temperatura em que ocorre a operação, por volta de 180 °C, que provoca a alteração térmica^{1,2}.

O mecanismo das alterações termooxidativas e hidrolíticas de um óleo usado para fritura é complexo, pois depende de uma série de parâmetros, tais como tipo de óleo, tempo e temperatura de fritura, relação superfície/volume do óleo, tipo de aquecimento e natureza do alimento a ser frito. A degradação durante um processo de fritura será tanto maior quanto mais prolongado for o período de utilização do óleo e/ou da gordura e quanto maior for sua insaturação^{3,4}.

Além da insaturação, a qualidade inicial do óleo resultante de efeitos do processamento (temperaturas, adição de ácido cítrico, agentes antiespumantes), assim como a presença de componentes menores e antioxidantes naturais, são fatores importantes na estabilidade dos meios de fritura^{2,5}.

A crescente utilização de óleos comestíveis para preparação de produtos fritos tem levado a um controle mais rigoroso dos óleos de fritura, uma vez que óleos e gorduras aquecidos e altamente oxidados podem apresentar substâncias potencialmente tóxicas⁶. Entre os principais riscos à saúde envolvidos no consumo dessas substâncias pode-se citar a pré-disposição à arteriosclerose e a ação mutagênica ou carcinogênica⁷.

A avaliação da alteração e a identificação dos compostos que são formados durante a fritura de alimentos é de grande importância e interesse, não só para pesquisadores, como também para consumidores, indústrias de alimentos e serviços de inspeção sanitária⁸.

Métodos analíticos simples têm sido utilizados para medir as alterações ocorridas em óleos e gorduras de fritura, uma vez que apresentam como característica a realização analítica fácil e rápida, não exigindo equipamentos custosos ou de difícil manuseio. Levando em consideração o exposto, alguns valores são recomen-

dados como limites para descarte dos óleos e gorduras de frituras quando estes métodos são utilizados. Para compostos polares totais, existem regulamentações que estipulam valores de descarte superiores a 25%; para ácidos graxos livres, valores superiores a 1%; para o índice de peróxidos, valores acima de 15 meq/kg de amostra; diminuição do índice de iodo de 16 g I₂/100 g em relação ao índice de iodo do óleo fresco e, diminuição do ponto de fumaça de 50 °C em relação ao ponto de fumaça do óleo fresco⁹⁻¹¹. Diante destas recomendações, tem-se aconselhado, do ponto de vista prático, combinar pelo menos três provas simples para estabelecer o ponto de descarte dos óleos de fritura.

No Brasil, além das frigideiras, outros recipientes são largamente empregados em frituras descontínuas e, nestas condições, um período muito prolongado de utilização pode originar elevados níveis de alteração do óleo. Por outro lado, óleos vegetais como os de girassol, milho e, principalmente, soja são frequentemente utilizados no preparo de alimentos de consumo imediato, em processos de frituras descontínuas e ainda não existem muitos estudos sobre o momento de descarte mais adequado dos mesmos durante este processo, além de não haver, também, normas específicas para o descarte.

A compreensão das mudanças que o óleo sofre durante a fritura, assim como o conhecimento do grau de alteração dos mesmos e o estabelecimento do momento em que deve ser descartado podem levar à otimização dos processos de fritura e à melhoria da qualidade dos alimentos fritos.

Este trabalho teve como objetivo conhecer a influência do tempo de fritura sobre as alterações dos óleos de girassol, milho e soja em frituras domésticas de batatas chips.

PARTE EXPERIMENTAL

Processo de fritura

Foram utilizados para os ensaios de frituras domésticas de batatas os óleos vegetais refinados: de girassol, de milho e de soja, adquiridos no mercado local.

Para cada tipo de óleo, as frituras foram realizadas em recipiente de alumínio contendo 500 mL de óleo com relação superfície/volume 1,0 cm⁻¹. A temperatura empregada foi, em média, 180 °C.

*e-mail: njorge@ibilce.unesp.br

As batatas foram descascadas, cortadas em fatias (cerca de 0,3 cm de espessura), submersas em água até o momento da fritura, escorridas e pesadas antes e após cada processo de fritura.

Quinze lotes de batatas com aproximadamente 100 g foram fritos, para cada procedimento de fritura, por período de 5 min. Para cada lote foram empregados intervalos de 25 min entre cada operação de fritura. Para cada procedimento, o óleo foi aquecido por período total de 7,5 h.

Antes de dar início aos ensaios de fritura, o óleo foi submetido a aquecimento por 10 min, para estabelecimento do controle de temperatura. Amostras de óleo foram tomadas após 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5; 6,5 e 7,5 h de fritura. Foram retiradas também amostras dos óleos originais para análise. Todas as amostras foram armazenadas em recipientes de vidro âmbar à temperatura de, aproximadamente, -18 °C para evitar posteriores alterações oxidativas. Estas amostras foram descongeladas apenas no momento das análises e todos os testes foram feitos em duplicatas.

Métodos analíticos

- **Ácidos graxos livres**, expressos em porcentagem de ácido oléico, conforme método proposto pela AOCS¹² Cd 3d-63.
- **Índice de peróxidos**, expressos em miliequivalentes de oxigênio ativo por kg de óleo, conforme método proposto pela AOCS¹² Cd 8-53.
- **Índice de refração**, determinado a 40 °C conforme método proposto pela AOCS¹² Cc 7-25, mediante Refratômetro de Abbé.
- **Compostos polares totais**, expressos em porcentagem, obtidos mediante cromatografia em coluna, conforme o método proposto por Walkling e Wessels¹³, com uma pequena modificação: o uso de hexano:éter etílico 90:10, ao invés de 87:13, para produzir melhor separação da fração não polar¹⁴.
- **Composição em ácidos graxos**, expressa em porcentagem, determinada através de cromatografia em fase gasosa utilizando-se cromatógrafo HP 5890 com detector de ionização de chama, coluna de sílica fundida BPX70, 50 m de comprimento, 0,25 µm de espessura do filme e 0,25 mm de diâmetro interno, temperatura programada entre 160-230 °C, taxa de 2 °C/min e hidrogênio como gás de arraste. Utilizaram-se, como referência para identificação, ésteres metílicos de ácidos graxos das marcas Sigma e Merck. Os ésteres metílicos dos óleos de girassol, milho e soja foram preparados usando metilato de sódio¹⁵.

Análise estatística

O experimento foi realizado em esquema fatorial 3 x 8 com três tipos de óleos (girassol, milho e soja) e oito tempos de fritura

(0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5; 6,5 e 7,5 h), em delineamento inteiramente casualizado. Os resultados obtidos das determinações analíticas, em duplicatas, foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade¹⁶.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão incluídos os valores de ácidos graxos livres (%), índices de peróxidos (meq/kg) e refração (40 °C) e compostos polares totais (%) para as amostras originais dos óleos de girassol, milho e soja. As características físico-químicas apresentadas pelos óleos estudados encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para óleos vegetais refinados¹⁷. Observa-se que as frações polares dos óleos originais foram de 3,10; 3,20 e 5,09% para os óleos de girassol, milho e soja, respectivamente. Segundo Lumley¹⁸, a porcentagem de compostos polares em óleo sem uso ou fresco deve estar compreendida entre 0,4 e 6,4%. Assim, os óleos utilizados neste trabalho podem ser considerados não alterados e de boa qualidade. Ainda na Tabela 1, encontra-se a composição em ácidos graxos para os três tipos de óleos.

A partir da composição em ácidos graxos pode-se observar diferenças entre o grau de insaturação dos óleos analisados, sendo que, neste caso, o óleo que contém maior concentração de ácidos graxos insaturados (C18:1n9 + C18:2n6 + C18:3n3) é o de girassol, apresentando 89%.

Alguns países como Bélgica, Chile e França permitem para utilização em frituras óleos vegetais com, no máximo, 2% de ácido linolênico em sua constituição⁹. Somente o óleo de soja apresentou quantidade de ácido linolênico (4,52%) acima deste limite.

Na Tabela 2 são mostrados os resultados dos índices analíticos escolhidos para acompanhar os processos de fritura com os óleos de girassol, milho e soja.

As análises de variância para ácidos graxos livres, índice de peróxidos, índice de refração e compostos polares totais são apresentadas na Tabela 3. Os efeitos principais (Óleos e Tempos de Fritura) e a interação (Óleos x Tempos de Fritura) foram significativos ($P < 0,01$) para todas as determinações analíticas. Desta forma, procedeu-se ao desdobramento da interação Óleos x Tempos de Fritura, cujos resultados encontram-se na Tabela 4.

A velocidade de formação de ácidos graxos livres é influenciada por vários fatores, entre os quais a temperatura de fritura, a quantidade de água liberada pelo alimento que está sendo frito, o número de vezes de aquecimento e resfriamento do óleo e a quantidade de partículas queimadas provenientes do alimento e acumuladas no recipiente¹⁹. Além disso, a acidez livre encontrada no óleo não reflete apenas os ácidos graxos formados durante o processo

Tabela 1. Características físico-químicas originais dos óleos de girassol, milho e soja

Determinações físico-químicas*	Óleo de girassol	Óleo de milho	Óleo de soja
Ácidos graxos livres (% em ácido oléico)	0,13	0,11	0,09
Índice de peróxidos (meq/kg)	0,99	1,00	3,21
Índice de refração (40 °C)	1,4679	1,4657	1,4671
Compostos polares totais (%)	3,10	3,20	5,09
Composição em ácidos graxos (%)			
Ácido Palmítico (C16:0)	6,66	12,00	12,66
Ácido Esteárico (C18:0)	4,32	2,90	3,96
Ácido Oléico (C18:1n9)	21,09	32,20	23,61
Ácido Linoléico (C18:2n6)	67,78	52,20	55,26
Ácido Linolênico (C18:3n3)	0,15	0,70	4,52

* Valores obtidos da média de duas determinações.

Tabela 2. Resultados médios das características físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja utilizados em frituras de batatas chips

Tempo de fritura (h)	Ácidos graxos livres (%)	Índice de peróxidos (meq/kg)	Índice de refração (40 °C)	Compostos polares totais (%)
Óleo de girassol				
0,5	0,21	9,26	1,4684	16,24
1,5	0,21	8,47	1,4687	17,09
2,5	0,36	8,70	1,4690	21,69
3,5	0,46	10,70	1,4695	24,95
4,5	0,52	9,69	1,4700	31,18
5,5	0,62	26,37	1,4709	46,53
6,5	0,92	29,93	1,4716	54,77
7,5	1,10	33,63	1,4724	63,37
Óleo de milho				
0,5	0,12	14,99	1,4657	6,65
1,5	0,17	16,14	1,4662	9,75
2,5	0,18	15,39	1,4661	13,30
3,5	0,18	11,81	1,4664	15,60
4,5	0,19	14,15	1,4666	20,80
5,5	0,24	14,33	1,4669	24,80
6,5	0,28	18,94	1,4670	28,50
7,5	0,39	18,09	1,4676	42,45
Óleo de soja				
0,5	0,11	7,27	1,4673	11,67
1,5	0,14	6,48	1,4673	13,42
2,5	0,17	19,90	1,4673	13,78
3,5	0,20	10,24	1,4675	15,12
4,5	0,23	8,22	1,4678	19,57
5,5	0,25	9,37	1,4679	23,24
6,5	0,34	20,28	1,4681	26,48
7,5	0,42	33,44	1,4685	26,49

Tabela 3. Análises de variância para ácidos graxos livres, índice de peróxidos, índice de refração e compostos polares

Causas de variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Ác. graxos livres	Índice de peróxidos	Índice de refração ¹	Compostos polares
Óleos	2	0,5578 **	29,3763 **	51,1525 **	1.232,5682 **
Tempos de Fritura	7	0,1711 **	274,7217 **	4,0546 **	846,4192 **
Óleos x Tempos de Fritura	14	0,0349 **	74,6268 **	0,6175 **	79,3403 **
Resíduo	24	0,0008	0,5410	0,0883	0,8835
Desvio Padrão		0,0283	0,7355	0,2972	0,9399
Coef. de Variação (%)		8,52	4,70	0,02	3,85

¹ Dados multiplicados por 10³; ** teste significativo (P < 0,01)

de fritura, como também aqueles inicialmente presentes no óleo antes do aquecimento e os extraídos dos alimentos que estão sendo fritos²⁰.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que os ácidos graxos livres aumentaram durante o processo de fritura para os três óleos, indicando o desenvolvimento de reações hidrolíticas. Em relação aos tipos de óleos, verifica-se que os valores de ácidos graxos livres não diferiram entre si para os óleos de girassol, milho e soja no tempo de fritura 1,5 h sendo que, para os demais tempos de fritura, o óleo de girassol apresentou valores superiores aos dos óleos de milho e soja. Não foram verificadas diferenças significativas entre as médias de ácidos graxos livres dos óleos de milho e soja nos diversos tempos de fritura (Tabela 4).

O óleo de girassol apresentou, após 7,5 h de fritura, porcentagem de ácidos graxos livres acima de 1%, valor este adotado pela

legislação dos Estados Unidos como limite para descarte de óleos de fritura⁹.

Os óleos de milho e soja apresentaram um comportamento instável durante o processo de fritura para o índice de peróxidos (Tabela 2), o que pode ser explicado pelo fato de que os peróxidos se decompõem rapidamente em produtos secundários de oxidação nas temperaturas utilizadas nos processos de fritura²¹. A evolução deste índice foi semelhante à obtida por outros pesquisadores durante frituras de batatas com óleo de soja^{22,23}.

O óleo de girassol, por sua vez, não apresentou diferenças significativas entre os tempos de fritura 0,5 a 4,5 h, sendo que a partir desse tempo os índices de peróxidos aumentaram significativamente até o final do processo. Em relação aos três tipos de óleos, observa-se que no tempo de fritura 3,5 h os índices de peróxidos não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento da interação Óleos x Tempos de Fritura para os dados de ácidos graxos livres, índice de peróxidos, índice de refração e compostos polares totais

Óleos	Tempos de Fritura (h)							
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
Ácidos graxos livres (%)								
Girassol	0,21 ^{fA}	0,21 ^{fA}	0,36 ^{eA}	0,46 ^{dA}	0,52 ^{dA}	0,62 ^{cA}	0,92 ^{bA}	1,10 ^{aA}
Milho	0,12 ^{dB}	0,17 ^{cdA}	0,18 ^{cdB}	0,18 ^{cdB}	0,19 ^{bcdB}	0,24 ^{bcB}	0,28 ^{bb}	0,39 ^{abB}
Soja	0,11 ^{eB}	0,14 ^{deA}	0,17 ^{cdeB}	0,20 ^{cdeB}	0,23 ^{cdB}	0,25 ^{bcB}	0,34 ^{abB}	0,42 ^{abB}
Índice de peróxidos (meq/kg)								
Girassol	9,26 ^{dB}	8,47 ^{dB}	8,70 ^{dC}	10,70 ^{dA}	9,69 ^{dB}	26,37 ^{cA}	29,93 ^{bA}	33,63 ^{aA}
Milho	14,99 ^{cA}	16,14 ^{bcA}	15,39 ^{cB}	11,81 ^{dA}	14,15 ^{cdA}	14,33 ^{cB}	18,94 ^{aB}	18,09 ^{abB}
Soja	7,27 ^{deC}	6,48 ^{eC}	19,90 ^{bA}	10,24 ^{cA}	8,22 ^{cdeB}	9,37 ^{cdC}	20,28 ^{bB}	33,44 ^{aA}
Índice de refração								
Girassol	1,4684 ^{fA}	1,4687 ^{efA}	1,4690 ^{defA}	1,4695 ^{deA}	1,4700 ^{cdA}	1,4709 ^{bcA}	1,4716 ^{abA}	1,4724 ^{aA}
Milho	1,4657 ^{cC}	1,4662 ^{bcC}	1,4661 ^{bcC}	1,4664 ^{bcC}	1,4666 ^{bcC}	1,4669 ^{abC}	1,4670 ^{abC}	1,4676 ^{aC}
Soja	1,4673 ^{bb}	1,4673 ^{bb}	1,4673 ^{bb}	1,4675 ^{bb}	1,4678 ^{abB}	1,4679 ^{abB}	1,4681 ^{abB}	1,4685 ^{abB}
Compostos polares totais (%)								
Girassol	16,24 ^{gA}	17,09 ^{gA}	21,69 ^{fA}	24,95 ^{cA}	31,18 ^{dA}	46,53 ^{cA}	54,77 ^{bA}	63,37 ^{aA}
Milho	6,65 ^{fc}	9,75 ^{fc}	13,30 ^{eB}	15,60 ^{eB}	20,80 ^{dB}	24,80 ^{cB}	28,50 ^{bB}	42,45 ^{abB}
Soja	11,67 ^{eB}	12,42 ^{deB}	12,78 ^{deB}	15,12 ^{dB}	19,57 ^{cB}	23,24 ^{bb}	26,48 ^{aB}	26,49 ^{aC}

a, b, c... (linha) - em cada óleo, médias de tempos de fritura seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$); A, B... (coluna) - em cada tempo de fritura, médias de óleos seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Segundo Monferrer e Villalta¹⁰, o índice de peróxidos pode ser um indicativo de descarte do óleo quando atinge valores acima de 15 meq/kg. Neste trabalho, o óleo de girassol apresentou valores acima deste limite após 5,5 h de fritura. Algumas amostras de óleo de milho (tempos de fritura 1,5; 2,5; 6,5 e 7,5 h) e de óleo de soja (tempos de fritura 2,5; 6,5 e 7,5 h) também apresentaram valores superiores a 15 meq/kg para o índice de peróxidos.

O índice de refração é característico para cada tipo de óleo e está relacionado com o grau de insaturação das ligações, compostos de oxidação e tratamento térmico. Este índice aumenta com o número de duplas ligações, conjugações e tamanho da cadeia hidrocarbonada²⁴. Embora ocorra diminuição no teor de ácidos graxos poliinsaturados em óleos vegetais submetidos à fritura²⁵, há formação de dienos conjugados e polímeros, os quais podem acarretar aumento no índice de refração ao longo do processo.

Conforme a Tabela 4, em relação aos tempos de fritura, observa-se que os valores para o índice de refração aumentaram com as sucessivas frituras para os três óleos, sendo que o de girassol apresentou as maiores médias, seguido dos óleos de soja e milho, independentemente do tempo de fritura.

Malacrida e Jorge²⁶ estudaram o comportamento da mistura azeite de dendê-óleo de soja (1:1) em frituras descontínuas de batatas chips com relação S/V 1,0 cm⁻¹. Os resultados obtidos demonstraram aumento do índice de refração com o tempo de fritura. Segundo Tyagi e Vasishtha⁶, as variações no índice de refração estão relacionadas com alterações oxidativas e com a polimerização do óleo de fritura.

Os compostos polares totais constituem os produtos de degradação dos triglicerídios como ácidos graxos livres, ácidos graxos oxidados e polímeros resultantes de alterações oxidativas, térmicas e hidrolíticas do óleo de fritura^{8,27}. Observa-se pela Tabela 2 que os valores de compostos polares totais aumentaram ao longo do tempo de fritura para os três óleos vegetais. No decorrer do processo de fritura o volume de óleo diminui devido à absorção do

mesmo pelo alimento que está sendo frito. Tal fato resulta em modificações na relação S/V, as quais podem acelerar ainda mais o desenvolvimento de reações oxidativas, hidrolíticas e térmicas¹⁸.

Em relação aos óleos, verifica-se que o de girassol apresentou maiores alterações quando comparado com os outros óleos, sendo que os valores de compostos polares dos óleos de milho e soja não diferiram significativamente entre si nos tempos de fritura 2,5 a 6,5 h. No final do processo de fritura as médias de compostos polares diferiram entre os óleos, sendo o de girassol o de maior alteração, seguido dos óleos de milho e soja. Comparando-se estes resultados com a composição em ácidos graxos verifica-se que quanto maior a porcentagem de ácidos graxos insaturados maior foi a alteração total dos óleos durante o processo de fritura.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, observa-se que o óleo de soja apresentou melhor comportamento, pois foi o que obteve menor teor de compostos polares totais atingindo, ao final de 7,5 h de aquecimento, 26,49%. Regulamentações internacionais estipulam valor de descarte para óleos de fritura em torno de 25% de compostos polares totais. Neste trabalho, os óleos de milho e soja apresentaram valores acima deste limite após 6,5 h de fritura e o óleo de girassol, após 4,5 h de fritura. É importante ressaltar que os três óleos utilizados neste estudo apresentaram-se inadequados para consumo ao final dos processos de fritura (Tabela 4).

CONCLUSÕES

O tempo de fritura influenciou significativamente na alteração dos óleos estudados, verificando-se aumento com o tempo de fritura para todas as determinações analíticas, com exceção do índice de peróxidos nos óleos de milho e soja.

Do estudo comparativo entre os três óleos durante o processo de fritura de batatas chips, pôde-se concluir que existem diferenças entre as alterações dos óleos estudados, constatando-se, assim,

que a composição e qualidade inicial dos mesmos influenciaram significativamente na quantidade de compostos formados durante as frituras.

O óleo de soja apresentou menor teor de compostos polares totais, embora todos os óleos utilizados neste estudo tenham se apresentado inadequados para consumo ao final dos processos de fritura.

Tendo em vista que as regulamentações internacionais estipulam valor de descarte para óleos de fritura em torno de 25% de compostos polares totais, os óleos de milho e soja alcançaram este valor após 6,5 h de fritura e o óleo de girassol, após 4,5 h de fritura.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP e ao PIBIC/CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas aos alunos, e aos Laboratórios da Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile pela realização das análises de cromatografia gasosa.

REFERÊNCIAS

- Jorge, N.; *Higiene Alimentar* **1997**, *11*, 15.
- Sanibal, E. A.; Mancini-Filho, J.; *Food Ingrid. South Am.* **2002**, *18*, 64.
- Dobarganes, M. C.; Pérez-Camino, M. C.; Márquez-Ruiz, G.; *Grasas y Aceites* **1989**, *40*, 35.
- Lolos, M.; Oreopoulou, V.; Tzia, C.; *J. Sci. Food Agric.* **1999**, *79*, 1524.
- Masson, L.; Urra, C.; Izaurieta, M.; Ortiz, J.; Robert, P.; Romero, N.; Wittig, E.; *Grasas y Aceites* **2001**, *52*, 175.
- Tyagi, V. K.; Vasishtha, A. K.; *J. Am. Oil Chem. Soc.* **1996**, *73*, 499.
- Kubow, S.; *Trends Food Sci. Technol.* **1990**, *September*, 67.
- Pozo-Díez, R. M.; *Tese de Doutorado*, Universidad de Alcalá de Henares, Espanha, 1995.
- Firestone, D.; Stier, R. F.; Blumenthal, M. M.; *Food Technology* **1991**, *45*, 90.
- Monferrer, A.; Villalta, J.; *Alim. Equipos Tecnol.* **1993**, *21*, 85.
- Masson, L.; Robert, P.; Izaurieta, M.; Romero, N.; Ortiz, J.; *Grasas y Aceites* **1999**, *50*, 460.
- AOCS; *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*; AOCS; Champaign, 1993.
- Walkling, A. E.; Wessels, H.; *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.* **1981**, *64*, 1329.
- Dobarganes, M. C.; Pérez-Camino, M. C.; González-Quijano, R. G.; *Grasas y Aceites* **1984**, *35*, 172.
- Aenor; *Catálogo de Normas UNE*; Norma UNE 55037-73, Madrid, 1991.
- Gomes, F. P.; *Curso de estatística experimental*, Nobel: Piracicaba, 2000.
- Brasil; *Diário Oficial da União* 1999, cad.196, p. 82.
- Lumley, I. D. Em *Frying of foods: principles, changes, new approaches*; Varela, G.; Bender, A. E.; Morton, I. D., eds.; Ellis Horwood: Chichester, 1988, p. 166.
- Lawson, H.; *Food oils and fats: technology, utilization and nutrition*, Chapman & Hall: New York, 1995.
- Masson, L.; Robert, P.; Romero, N.; Izaurieta, M.; Valenzuela, S.; Ortiz, J.; Dobarganes, M. C.; *Grasas y Aceites* **1997**, *48*, 273.
- Cuesta, C.; Sánchez-Muniz, F. J.; Hernández, I.; Varela, L. S.; *Rev. Agroquím. Tecnol. Alim.* **1991**, *31*, 523.
- Damy, P. C.; Jorge, N.; *Braz. J. Food Technol.* **2003**, *6*, 251.
- Del Ré, P. V.; Coltro, A. L.; Manente, J. C. P. P.; Marti, G. E.; Jorge, N.; *Rev. Inst. Adolfo Lutz* **2003**, *62*, 213.
- Paul, S.; Mittal, G. S.; *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **1997**, *37*, 635.
- Corsini, M. S.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 2004.
- Malacrida, C. R.; Jorge, N.; *Braz. J. Food Technol.* **2003**, *6*, 245.
- Márquez-Ruiz, G.; Pérez-Camino, M. C.; Dobarganes, M. C.; *Grasas y Aceites* **1990**, *41*, 432.