

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4143>

Qualidade do óleo bruto dos grãos de girassol durante o armazenamento

Thais Adriana de Souza Smaniotto^[1] , Osvaldo Resende^[2] , Gabrielly Bernardes Rodrigues^[3] , Kelly Aparecida de Sousa^[4] , Ellen Carla Francisca Alexandre^[5] , Adrielle Borges de Almeida^[6] 

[1] thais.souza.smaniotto@gmail.com. [2] osvresende@yahoo.com.br. [3] gaby-brodrigues@hotmail.com. [4] kellyapsousa@yahoo.com.br. [5] ellencarlabiologa@gmail.com. [6] drica.engal@gmail.com. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano) / Departamento de Pós-Colheita de Produtos Vegetais.

RESUMO

O girassol (*Helianthus annus L.*) é uma das oleaginosas de maior importância na produção de óleo vegetal comestível, sendo seu uso comercial abrangente. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de nove meses de armazenamento, em diferentes embalagens, na qualidade do óleo extraído dos grãos de girassol. Os grãos foram armazenados em ambiente natural, em diferentes embalagens (plástico de propileno, embalagem de polietileno de alta densidade (PEAD), garrafa PET e papel multifoliado) em três amostras. Posteriormente, foi realizada a extração do óleo dos grãos de girassol e a rotaevaporação do reagente nas amostras e, dessa forma, a obtenção do óleo bruto. As análises realizadas para avaliação e determinação da qualidade foram: teor de óleo, índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que as embalagens e o tempo de armazenamento não influenciaram no teor de óleo dos grãos de girassol. A embalagem PET proporcionou maior incremento no índice de acidez e para o índice de peróxido as embalagens PEAD e PET proporcionaram os maiores valores ao final do armazenamento.

Palavras-chave: *Helianthus annus L.* Pós-colheita. Biocombustíveis.

Crude oil quality of sunflower seeds during storage

ABSTRACT

*The sunflower crop (*Helianthus annus L.*) is one of the most important oil in the production of edible vegetable oil, its commercial use being comprehensive. Therefore the aim of this study was to evaluate the effect of the nine months of storage in different packages in the quality of extracted from sunflower seed oil. The grains were stored in natural environment for nine months in different packages (propylene plastic bag, high density polyethylene packaging (HDPE), bottle PET and paper bag) in three samples. Posteriorly was performed by extraction of sunflower seed oil and rotoevaporation the reagent in the samples and thus obtaining the crude oil. The analyzes carried out for assessment and determination of quality were: oil content, acidity, peroxide and iodine. According to the results obtained it was found that the packaging and storage time did not influence the content of oil extracted from sunflower seeds. The PET packaging provided greater increase in oil acid value and for the peroxide value the PEAD and PET packaging provided the highest rates at the end of storage.*

Keywords: *Helianthus annus L.* Postharvest. Biofuels.

1 Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta originária da América do Norte que mede cerca de 1 a 4 metros de altura, no entanto, existem cultivares com menor e maior tamanho. É uma dicotiledônea anual, pertencente à família *Asteraceae* e apresenta na inflorescência frutos complexos, secos, indeiscentes, unilocular, com uma única semente ligada ao pericarpo apenas pelo funículo e proveniente de um ovário infero, denominados de cipelas (MARZINEK; DE-PAULA; OLIVEIRA, 2008).

O girassol possui diversas finalidades, tais como: flor ornamental, grãos *in natura*, farelo para compor à alimentação de aves, suínos e bovinos, tintas e vernizes, e um dos seguimentos que apresentam maior destaque atualmente é a produção de óleo vegetal. Cerca de 90% da produção mundial de girassol é posicionada para a produção de óleo comestível, de maneira com que o restante fica à disposição do consumo animal (SANTOS, 2014).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, a safra 2018/2019 resultou na produção de 104,9 mil toneladas de girassol, sendo produzidos 1669 Kg/ha (CONAB, 2019).

O perfil nutricional do grão é composto de 24% de proteínas, 47,3% de lipídios, 19,9% de carboidratos totais e 4% de minerais. É um óleo rico em ácidos graxos essenciais, sendo o ácido linoleico um dos mais importantes, apresentando a proporção de 60% no óleo de girassol (BRIGANTE, 2013).

O foco das indústrias é abastecer o mercado interno do consumo de óleo. Contudo, outra finalidade no processamento da oleaginosa, que vem se destacando de forma principiante, é a produção de biodiesel (SANTOS, 2014).

O biodiesel surgiu como uma alternativa de substituição do diesel fóssil, por ser uma fonte renovável, biodegradável e limpa, o que favorece grandemente o meio ambiente. Logo, a cultura do girassol exibe um destaque maior em relação às outras fontes vegetais por suas características físico-químicas, excepcionais produtividades, resistência ao período da seca, aproveitamento de toda a planta para diversas finalidades, beneficiando a produção de biodiesel e também atendendo ao mercado alimentício (BRIGANTE, 2013).

Na indústria para o processamento de oleaginosas, os grãos passam por um período relativamente longo de armazenagem, compensando a sazonalidade

entre as safras, o que garante sempre a presença da matéria-prima para extração do óleo (BORDIGNON, 2009).

De acordo com Cardoso, Binotti & Cardoso (2012) a deterioração do grão é um processo que não pode ser impedido, considerado irreversível, porém, pode ser retardado. Ao longo do processo de armazenagem, os grãos podem sofrer alterações em sua composição química, em razão do ambiente de conservação. Tais mudanças químicas são influenciadas pelo teor de água, condições físicas dos grãos, temperatura, umidade relativa e presença de luz. O resultado da ação desses fatores influencia na acidez do óleo, atividade enzimática, cor e odor.

Por se tratar de uma oleaginosa, a fração lipídica é mais propícia à degradação ao longo do armazenamento, já que a ação das enzimas constituintes do grão aumenta a taxa de oxidação, ocasionando rompimento das ligações ésteres dos glicerídeos neutros, assim, elevando o teor de ácidos graxos livres (POHNDORF, 2012).

Dessa forma, as embalagens assumem grande importância em relação à manutenção da qualidade do produto armazenado. Silva et al. (2010) citam que grãos conservados em embalagens que permitem trocas de vapor d'água com o ar podem absorver água em ambientes com alta umidade relativa do ar, dessa forma causando perda da viabilidade dos grãos por meio da facilidade de deterioração. As embalagens podem ser divididas em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis, em função das trocas de água entre o produto e o ambiente.

Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de nove meses de armazenagem em diferentes embalagens na qualidade do óleo extraído dos grãos de girassol.

2 Materiais e Métodos

A colheita do girassol foi realizada manualmente, quando o teor de água dos grãos estava em torno de 8,0 (% b.u.) (base úmida), determinados por gravimetria (BRASIL, 2009). Os grãos foram limpos, homogeneizados e acondicionados em diferentes tipos de embalagens: saco plástico de polipropileno, de PEAD (polietileno de alta densidade), garrafa PET (polietileno tereftalato) e papel multifoliado. As embalagens com o produto foram mantidas em ambiente de laboratório por 270 dias.

Durante o armazenagem a umidade relativa do ar e a temperatura foram registradas por um

datalogger digital. As amostras foram avaliadas a cada três meses de armazenamento (0, 90, 180, 270), em três repetições.

O óleo extraído dos grãos de girassol foi analisado por meio do teor de óleo, índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo.

O teor de óleo foi determinado pela metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Cerca de 150 g de grãos foram separados em quatro porções homogêneas e transferidos para um aparelho de extração, tipo Soxhlet. Foram adicionados cerca de 250 mL de hexano (razão massa: volume de 1:10) e mantidos sob aquecimento constante, durante 8 horas. O solvente foi destilado sob pressão reduzida em um evaporador rotativo e o teor percentual de óleo foi determinado em relação à massa de grãos.

O índice de acidez foi determinado pela metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um Erlenmeyer de 125 mL foi colocado 1 a 2 g de cada amostra de óleo e adicionados 30 mL de solução de éter etílico e álcool etílico (1:1), agitando-se até a completa diluição do óleo; acrescentando-se três gotas do indicado ácido/base fenolftaleína e procedeu-se à titulação com solução de KOH 0,025M até o surgimento da coloração rósea, estável por 30 segundos. O índice de acidez foi calculado pela Equação (1),

$$IA = \frac{V \times N \times 56,1}{m} \quad (1)$$

em que, *IA* é o índice de acidez, (mg KOH g⁻¹ óleo); *V* é o volume da solução padronizada de NaOH, em mL; *N* é a normalidade da solução de NaOH; e *m* é a massa da amostra de óleo em g.

A solução de KOH foi padronizada, utilizando o biftalato de potássio seco, como padrão primário.

Para o índice de peróxido foi utilizada a metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um Erlenmeyer de 125 mL foi colocado 1 g de cada amostra de óleo, adicionados 6 mL de solução de ácido acético glacial e clorofórmio (3:2) e 0,1 mL de solução saturada de iodeto de potássio, com agitação por cerca de 2 minutos. A seguir, foram adicionados 6 mL de água destilada e 0,1 mL de solução de amido a 1% e, procedeu-se a titulação com solução de tiosulfato de sódio a 0,01M até a mistura ficar transparente. O índice de peróxido foi obtido pela Equação (2):

$$IP = \frac{V \times N}{m} \times 100\% \quad (2)$$

em que: *IP* é o índice de peróxidos, meq (kg de amostra)⁻¹; *V* é o volume de Na₂S₂O₃ gasto na titulação da amostra (mL); *N* é a normalidade da solução de Na₂S₂O₃; e *m* é a massa da amostra (g).

A solução de tiosulfato de sódio foi padronizada utilizando dicromato de potássio, em meio ácido.

O índice de iodo foi determinado pela metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um Erlenmeyer de 250 mL foi colocado 0,1 g de cada amostra de óleo e adicionados 5 mL de clorofórmio, 20 mL de solução de Hanus e colocado ao abrigo da luz durante uma hora com agitação manual a cada 20 minutos. Em seguida, adicionaram-se 10 mL de solução de iodeto de potássio à 10% isenta de iodo livre, 100 mL de água destilada e 2 mL de solução de amido a 0,02% e procedeu-se a titulação com agitação magnética com solução de tiosulfato de sódio a 0,1M até a mistura ficar transparente. O índice de iodo foi calculado por meio da Equação (3):

$$II = \frac{V \times C \times 126,9}{m} \times 100\% \quad (3)$$

em que, *II* é o Índice de Iodo (g I / 100 g óleo); *V* é o volume gasto do branco menos o volume do titulante (L); *C* é a concentração do titulante (mol L⁻¹); 126,9 é peso molecular do iodo; e *m* é a massa da amostra (Kg)

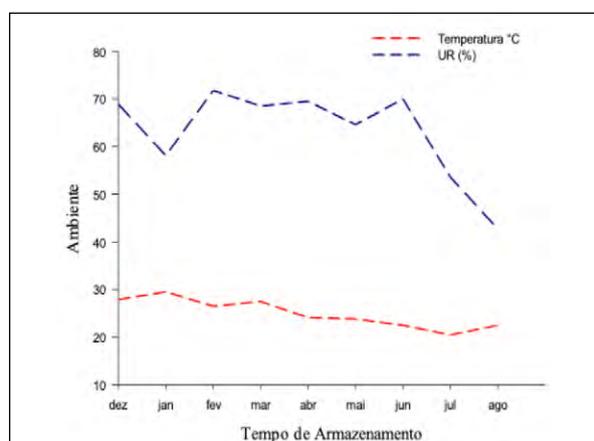
O experimento seguiu o esquema de parcela subdividida 4 x 4, sendo quatro embalagens (plástico, papel, PEAD e PET) e quatro tempos de armazenamento (0, 3, 6 e 9 meses), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Para o fator quantitativo, os dados serão analisados por meio de regressão e, para o fator qualitativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância.

3 Resultados e Discussão

Na Figura 1 encontram-se os dados de temperatura (°C) e umidade relativa (%) obtidos ao longo do armazenamento dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens. Nota-se uma redução da temperatura ao longo do armazenamento, contudo, quando avaliada a umidade

relativa percebem-se oscilações ao longo do tempo, com quedas de umidade relativa nos meses de janeiro e no fim de junho, acentuando-se até o período final de armazenagem.

Figura 1 – Dados de temperatura (°C) e umidade relativa (%) do ambiente durante o armazenamento



Fonte: dados do experimento

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para teor de água (TA), teor de óleo (TO), índice de acidez (IA), índice de peróxido (IP) e índice de iodo (II)

Fontes de variação	Quadrados médios					
	GL	TA	TO	IA	IP	II
Embalagem	3	4,18*	9,379 NS	2,44**	71,75**	2,76 NS
Época	8	7,44**	40,34 NS	18,02**	153,31**	2,42 NS
Embalagem X Época	3	1,32 NS	22,69 NS	0,45**	15,53*	0,59 NS
CV 1 (%)	9	12,95	8,10	7,81	10,29	4,05
CV 2(%)	24	13,03	9,55	9,99	10,10	2,93

** Significativa a 1%, * Significativa a 5% e NS Não significativa pelo teste de F.

Fonte: dados do experimento

Tabela 2 – Teor de água dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o armazenamento

Embalagens	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	90	180	270	Média
Plástico	7,91	6,07	6,63	6,49	6,78 b
Papel	7,91	5,17	6,32	5,33	6,19 c
PEAD	7,91	6,76	7,23	7,27	7,30 a
PET	7,91	6,79	7,12	7,04	7,22 a
Média	7,91	6,19	6,83	6,53	-

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste F.

Fonte: dados do experimento

Na Tabela 1, encontra-se o resumo da análise de variância para as características: teor de água (TA); teor de óleo (TO); índice de acidez (IA), índice de peróxido (IP) e índice de iodo (II). Nota-se que as interações embalagem *versus* época foi significativa para o índice de acidez e o índice de peróxido. Para o teor de óleo e o índice de iodo não houve efeito das embalagens e do tempo de armazenagem. Para o teor de água houve efeito da época de armazenagem e das embalagens isoladamente.

Na Tabela 2 estão apresentados os teores de água dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o armazenamento. Houve oscilações no teor de água para todas as embalagens estudadas. Observa-se que a maior perda de água foi nos grãos armazenados em papel seguido da embalagem plástica com 6,19 e 6,78 (% b.u.), respectivamente.

Essa maior perda de água nestas embalagens está relacionada com a permeabilidade da mesma, pois estas permitem troca de vapor d'água com o ambiente. Os grãos são higroscópicos, sujeitos aos processos de sorção, ou seja, o teor de água está sempre em equilíbrio com a umidade relativa e a temperatura do ar. Siqueira, Resende e Chaves (2012), afirmam que produtos oleaginosos apresentam ligações mais instáveis com a água, portanto são mais hidrofóbicos que os grãos não oleaginosos, facilitando a remoção de água durante o processo de secagem. As embalagens de PEAD e PET proporcionaram os maiores teores de água durante o armazenamento, comprovando que estas embalagens promovem uma menor troca de vapor d'água com o ambiente.

Os valores médios do teor de óleo dos grãos de girassol foram de 44,33%; 44,78%; 42,76% e 43,46% para as embalagens de plástico, papel, PEAD e PET, respectivamente. Observa-se que não houve influência das embalagens e das épocas de armazenamento no teor de óleo dos grãos de girassol, que apresentaram um valor médio de 43,83%.

Para Alves *et al.* (2013) avaliando diversos genótipos de girassol, encontraram um valor médio de 39,10% de teor de óleo presente nos aquênios de girassol. Santos (2014) observou uma variação de 21,53% e 39,67% para os genótipos de girassol estudados (Olisun-3 e Embrapa-122). Ocorreram oscilações no teor de óleo durante o armazenamento em todas as embalagens avaliadas, entretanto não foram expressivas. Donadon *et al.* (2015) também observaram que as embalagens (PET, laminada e PEAD) não influenciaram no teor de óleo de sementes de crambe armazenadas em diferentes ambientes (refrigerado e temperatura ambiente).

Hou e Chang (2005), ao analisarem a composição química dos grãos de soja armazenados em diferentes condições, verificaram aumento do teor de lipídeos quando os grãos foram armazenados a 30 °C e 84% de UR.

Na Tabela 3, estão apresentados os valores de índice de acidez dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o armazenamento. Houve interferência das embalagens já nos primeiros 90 dias de armazenamento, período no qual a embalagem PET apresentou o maior índice de acidez comparada às demais. Nos 180 dias de armazenamento, a embalagem que proporcionou o menor índice de acidez no óleo foi o plástico, não diferindo das embalagens papel e PEAD, estas por sua vez, diferiram da embalagem PET, que propiciou o maior índice de acidez neste período e no final dos 270 dias. Para Vicari (2013), os óleos vegetais sofrem oxidação acelerada quando expostos a luz, que é incrementada devido à ação dos prooxidantes, como clorofila, ferro e cobre presentes no óleo, acarretando maior concentração de íons hidrogênio, o que ocasiona maior índice de acidez no óleo.

Tabela 3 – Índice de acidez (mg KOH.g-1 óleo) do óleo extraído dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o armazenamento

Embalagens	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	90	180	270	Média
Plástico	1,71a	1,72a	3,20a	3,82a	2,61
Papel	1,71a	2,41a	3,75ab	4,50ab	3,09
PEAD	1,71a	2,07a	3,72ab	4,40ab	2,97
PET	1,71a	3,80b	4,17b	5,11b	3,70

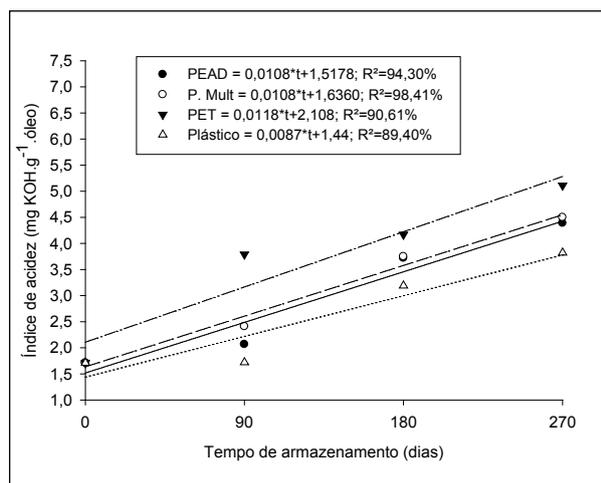
Médias seguidas das mesmas letras em cada época de armazenamento não diferenciam entre si pelo teste F.

Fonte: dados do experimento

Dessa forma, a garrafa PET por ser a embalagem que permitia maior exposição do óleo à luz, obteve os maiores índices de acidez, devido ao processo de fotodegradação. José *et al.* (2010) observaram que a instabilidade química dos lipídios constitui um dos fatores prevaletentes na queda de desempenho das sementes de várias espécies, especialmente das oleaginosas, devido ao alto teor de lipídeos, pois a peroxidação lipídica e o estresse oxidativo causam a deterioração das sementes de oleaginosas durante o seu envelhecimento.

Na Figura 2, estão apresentados os valores experimentais e estimados do índice de acidez dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o período de armazenamento. Constata-se um acréscimo do índice de acidez ao longo do armazenamento, sendo representado satisfatoriamente pela equação linear. Belmiro *et al.* (2010) verificaram aumento nos teores de acidez em sementes de abóbora armazenadas em diferentes teores de água. Atribuíram, possivelmente, à alteração nos lipídeos contidos nas sementes de abóbora, provocando a formação de ácidos graxos livres.

Figura 2 – Índice de acidez do óleo extraído dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens: PEAD, papel multifoliado, PET e polipropileno, durante o armazenamento.



Fonte: dados do experimento

De acordo com a ANVISA (1999), o índice de acidez máximo permitido para a extração do óleo bruto dos grãos de girassol é de 2 g de ácido oleico/100 g. Diante desse regulamento, conclui-se que para as condições de armazenagem desse trabalho, o saco plástico de polipropileno proporciona o armazenamento viável por 64 dias, no qual o índice de acidez é inferior ao estabelecido, e a PET permitiria somente 9 dias de armazenagem, ou seja, nessa embalagem, após o décimo dia, o óleo bruto excederia o valor máximo permitido pela normativa.

Na Tabela 4, estão apresentados os valores de índice de peróxido do óleo dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o armazenamento. Observa-se que houve interferência das embalagens no índice de peróxido do óleo extraído dos grãos de girassol. O índice de peróxido diminuiu após 90 dias para todas as embalagens estudadas, aumentando no final dos 270 dias de armazenamento. Esse acréscimo no final do armazenamento foi mais acentuado para as embalagens PEAD e PET, que diferiram das demais. Donadon *et al.* (2015) verificaram que as embalagens não influenciaram no índice de peróxido do óleo de grãos de crambe armazenados durante 9 meses.

Embora, os peróxidos não apresentem nem sabor nem odor, são rapidamente decompostos, mesmo sob temperatura ambiente, em aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos, ésteres, furanos e lactonas,

ocasionando sabor e odor desagradáveis nos óleos e gorduras (EYS; OFFNER; BACH, 2004; O'BRIEN, 2004).

Tabela 4 – Valores de índice de peróxido (meq.kg de óleo-1) do óleo extraído dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o armazenamento

Embalagens	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	90	180	270	Média
Plástico	16,21a	8,78a	11,76b	12,70a	12,37
Papel	16,21a	6,81ab	6,98a	14,06a	11,02
PEAD	16,21a	11,33b	12,62b	20,77b	15,33
PET	16,21a	11,48b	16,38c	21,18b	16,21

Médias seguidas das mesmas letras em cada época de armazenamento não diferenciam entre si pelo teste F.

Fonte: dados do experimento

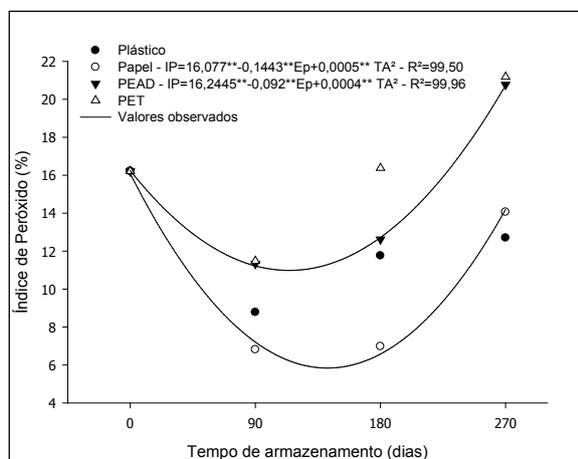
Observa-se que houve uma queda no índice de peróxido nos 90 dias de armazenamento, após esse período o índice de peróxido aumentou até o final dos 270 dias. Segundo Bordignon (2009), durante o processo de oxidação, a formação e a degradação de peróxidos são constantes. Os valores de peróxido alcançam determinada concentração e diminuem. Alencar *et al.* (2010), analisando o óleo de soja, também observaram um acréscimo do índice de peróxido após os 180 dias de armazenamento para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C. Diferentemente de Faroni *et al.* (2009) que armazenaram soja em silos do tipo bolsa durante 180 dias e também verificaram um decréscimo no índice de peróxido nos 180 dias de armazenamento.

Furquim *et al.* (2014) observaram que as condições de armazenamento influenciam no índice de peróxido dos grãos de pinhão-mansão, sendo que, o óleo apresentou elevado potencial de oxidação e rancificação com valores cerca de cinco vezes superior ao obtido nos óleos dos grãos que não foram submetidos ao armazenamento.

Na Figura 3 estão expostos os valores do índice de peróxido dos grãos de girassol, durante o período de armazenamento. Nota-se que as embalagens PEAD e PET obtiveram os maiores valores em relação às demais embalagens. Altos índices de peróxidos podem ser encontrados em embalagens que permitem maior exposição à luz, propiciando maior degradação do óleo decorrente do processo de fotoxidação.

Em um estudo avaliando a qualidade do óleo em embalagens acondicionadas na presença e ausência de luz, Vicari (2013) verificou que esse alto índice de peróxido pode ocorrer em virtude da disponibilidade de oxigênio no espaço livre da garrafa, que ao longo do tempo fica dissolvido e é consumido pelo óleo se convertendo em peróxido. As embalagens PET e PEAD permitem maiores trocas de vapor d'água, sendo a PET a embalagem mais permeável, os grãos armazenados nesse tipo de embalagens podem acelerar o processo de deterioração, somado a altas temperaturas no ambiente o qual foi acondicionado, resultando uma perda de qualidade ao longo do armazenamento, o que pode favorecer o aumento de peróxidos através do processo de oxidação.

Figura 3 – Índice de peróxido dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens: PEAD (polietileno de alta densidade), papel multifoliado, garrafa PET e polipropileno, durante o armazenamento.



Fonte: dados do experimento

Na Tabela 5, estão apresentados os valores médios do índice de iodo do óleo dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o armazenamento. Não foi observado ao longo do armazenamento qualquer tipo de interferência das embalagens no índice de iodo do óleo extraído dos grãos de girassol.

O valor do índice de iodo é utilizado como uma estimativa do grau de insaturação dos óleos e gorduras extraídas por éter (COSTA *et al.*, 2008). Dessa forma, quanto maior for à instauração de um ácido graxo, maior será a sua capacidade de absorver iodo, logo e maior será o índice. O valor médio apresentado para o índice de iodo para o armazenamento em

diferentes embalagens foi de 29,05%. Silva *et al.* (2013), trabalhando com qualidade do óleo bruto de crambe, encontraram um valor médio de 92,02 g/100 g de amostra. Donadon *et al.* (2015), em um estudo com soja, verificaram um valor médio do índice de iodo de 41,74 mg/g de óleo. De acordo com Lôbo, Ferreira e Cruz (2009), valores acima de 120 mg g⁻¹ ocasionam a produção de um biodiesel inaceitável.

Pohndorf (2012), avaliando índice de iodo do óleo de soja, relataram que a tendência esperada é que ocorra a perda de insaturações ao longo do armazenamento, porém verificaram um comportamento mais estável, não apresentando mudanças visíveis e efeito do tempo nos tratamentos avaliados.

Tabela 5 – Valores de índice de iodo (mg g⁻¹) do óleo extraído dos grãos de girassol acondicionados em diferentes embalagens durante o armazenamento

Embalagens	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	90	180	270	Média
Plástico	29,6	28,3	27,8	28,0	28,4
Papel	29,6	28,7	29,6	30,1	28,9
PEAD	29,6	28,8	29,3	29,6	29,3
PET	29,0	28,4	28,8	29,0	29,5

Fonte: dados do experimento

Costa *et al.* (2008), trabalhando com óleo de mamona, também não encontraram diferenças expressivas entre as cultivares estudadas. Furquim *et al.* (2014), avaliando o efeito da secagem e do armazenamento de sementes de pinhão manso, observaram que a secagem diminui o índice de iodo, remetendo características benéficas ao óleo, já que nos valores menores obtidos durante a secagem em elevadas temperaturas demonstram uma menor reatividade química, o que eleva a estabilidade do estado oxidativo do óleo.

4 Conclusão

As embalagens e o tempo de armazenamento não influenciam no teor de óleo extraído dos grãos de girassol e no índice de iodo;

A embalagem PET proporcionou maior incremento no índice de acidez do óleo de girassol ao longo do armazenamento;

As embalagens influenciam no índice de peróxido do óleo extraído dos grãos de girassol, sendo que PEAD e PET proporcionaram os maiores índices ao final do armazenamento.

AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano, CAPES, FAPEG, FINEP e CNPq pelo apoio financeiro indispensável para execução deste trabalho.

5 Referências

ALENCAR, E. R. *et al.* Influence of soybean storage conditions on crude oil quality. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 303-308, 2010.

ALVES, R. M. *et al.* Avaliação de genótipos de girassol em Paragominas – PA – Ensaio final de primeiro ano. *In*: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 15., SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 7., Cuiabá, 2013. **Anais...** Brasília: Empraba, 2013.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprovação e Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais. **Resolução RDC nº482, de 23 de setembro de 1999.**

BELMIRO, T. C. *et al.* Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóbora durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 1000-1007, 2010.

BORDIGNON, B. C. S. **Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja.** 2009, Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, p. 395, 2009.

BRIGANTE, G. P. **Deterioração de sementes de girassol durante o armazenamento.** 2013. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crame em

função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Observatório Agrícola**, v. 6, p. 1-47, 2019.

COSTA, T. L. *et al.* Características do óleo de mamona da cultivar BRS 188 Paraguaçu. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 1, n. 1, p. 93-99, 2008.

DONADON, J. R. *et al.* Armazenamento do crame em diferentes embalagens e ambientes: Parte II – Qualidade Química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 23-237, 2015.

EYS, J. E.; OFFNER, A.; BACH, A. **Manual of quality analyses for soybean products in the feed industry.** Fourqueux: ASA, p. 115, 2004.

FARONI, L. R. A. *et al.* Armazenamento de soja em silos tipo bolsa. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 1, p. 91-100, 2009.

FURQUIM, L. C. *et al.* Efeito da secagem e do armazenamento das sementes de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) na qualidade do óleo. **Revista Científica**, v.1, n.1, p.54-59, 2014.

HOU, H. J.; CHANG, K. C. Storage conditions affect soybean color, chemical composition and tofu qualities. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 28, n. 6, p. 473-488, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para análises de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JOSÉ, S. C. *et al.* Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 29-38, 2010.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Revista Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1596-1608, 2009.

MARZINEK, J.; DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Cypsela or achene. Refining terminology by considering anatomical and historical factors. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, p. 549-553, 2008.

POHNDORF, R. S. **Efeitos da umidade e do resfriamento no armazenamento sobre a qualidade de grãos e do óleo de soja para fins**

comestíveis e de produção de biodiesel. 2012.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

SANTOS, Z. M. **Cultivo de girassol em diferentes épocas no Norte Fluminense:** características morfológicas, produtivas e teor de óleo. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, M. A. P. *et al.* Qualidade do óleo bruto de grãos de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) sob diferentes métodos de secagem. **Revista Energia na Agricultura**, v. 28, n. 3, p. 193-199, 2013.

SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. O. Determinação da contração volumétrica dos grãos de pinhão-mansão durante a secagem. **Revista Acta Scientiarum**, v. 34, n. 3, p. 231-238, 2012.

VICARI, J. S. O. **Qualidade de óleo de soja refinado embalado em PET (Polietileno Tereftalato) armazenado na presença e ausência de luz.** 2013. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Católica Dom Bosco. Mato Grosso do Sul, 2013.