

# Efeito da Temperatura no Perfil de Ácidos Graxos do Óleo de Girassol

## Temperature Effect on Fat Acid Profile of Sunflower Oil

*Amadeu Regitano Neto<sup>1</sup>; Ana Maria Rauen de Oliveira Miguel<sup>2</sup>; Anna Lúcia Mourad<sup>3</sup>; Ercília Aparecida Henriques<sup>2</sup>; Rosa Maria Vercelino Alves<sup>3</sup>*

### Abstract

The sunflower (*Helianthus annuus* L.) is a species that produces edible oil with excellent quality. The fatty acid profile in the sunflower oil is genetically controlled and presents a wide range of variation in the concentration of oleic and linoleic acid. Genotypes with high levels of oleic acid were developed using mutagenic agents, and have been preferred by the food industry because its high oxidative stability. Fatty acid concentration in sunflower oil is known to vary when plants are grown in different environmental conditions. We report results from analysis of fatty acids composition in sunflower oil produced by two genotypes with contrasting oleic acid contents sowed in two different growing seasons and the relation between the fatty acid profiles of sunflower hybrid genotypes and environmental conditions, specifically temperature. The oil extractions from seed samples were carried out using an organic solvent and weighting the recovered oil. Gas chromatography was used to determine the fatty acid composition. Concentration of oleic acid in the standard genotype was higher when aquenes were produced under warmer temperatures and showed only slight variation in the high oleic hybrid. Conversely, linoleic acid concentrations in the hybrids were lower in higher temperatures.

**Keywords:** *Helianthus annuus*, environmental effect, oleic/linoleic, insaturation ratio, high oleic

### Introdução

O girassol está entre as mais importantes culturas oleaginosas do mundo. Seu cultivo representa uma importante alternativa para plantio e como opção na rotação de culturas e cultivo intercalar em regiões produtoras. Considerando a safra de 2012/13 para a safra de 2013/14, a produção de grãos de girassol no Brasil teve aumento de 111% e o Estado do Mato Grosso foi responsável por 87% da produção nacional (CONAB, 2014).

Genótipos convencionais de girassol produzem óleo comestível de alta qualidade, com baixa concentração de ácidos graxos saturados, cerca de 110 g.kg<sup>-1</sup> de palmítico (16:0) e esteárico (18:0) e elevada

<sup>1</sup>Pesquisador; Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, amadeu.regitano@embrapa.br.

<sup>2</sup>Pesquisadora, Instituto de Alimentos (ITAL), Campinas, SP.

<sup>3</sup>Pesquisadora, ITAL, Campinas, SP.

concentração de ácidos graxos insaturados, principalmente oleico (18:1) e linoleico (18:2), com a predominância do ácido linoleico (RODRIGUES et al., 2002). A composição em ácidos graxos do óleo de girassol é determinada pelo genótipo da planta e, dependendo do controle genético, esta composição é mais ou menos afetada pelas condições ambientais, como luz e temperatura (TRÉMOLIÈRES et al., 1982).

O melhoramento genético tem desenvolvido genótipos de girassol com elevado teor de ácido graxo oleico em detrimento do linoleico. Genótipos alto oleico estáveis de girassol foram desenvolvidos por meio de mutação induzida (SOLDATOV, 1976) e, atualmente, estão disponíveis em um grande número de híbridos comerciais. A maior vantagem do óleo alto oleico é sua maior estabilidade oxidativa quando comparado ao óleo de girassol tradicional, com baixos teores de ácido oleico, o que é desejável para propósitos culinários, de refino e armazenamento. O ácido graxo linoleico, por sua vez, é um ácido graxo poli-insaturado essencial para humanos e tem sido amplamente utilizado pela indústria em substituição aos óleos hidrogenados.

O efeito da temperatura durante o ciclo da planta, principalmente, no período da antese à maturação, sobre a composição de ácidos graxos no óleo de girassol, tem sido associado à mudança na relação de insaturação (oleico/linoleico) no óleo (RONDANINI et al., 2003). O conteúdo e a composição do óleo são modificados pela alta temperatura constante durante o desenvolvimento dos grãos no girassol e alguns trabalhos mostram a redução na concentração do ácido linoleico em genótipos convencionais, aparentemente, devido ao efeito da temperatura sobre a atividade da enzima oleato desaturase, que é responsável pela conversão do ácido oleico em linoleico (FLAGELLA et al., 2002). Por outro lado, mudanças menos pronunciadas foram observadas em genótipos alto oleico influenciadas pela temperatura (FLAGELLA et al., 2002; GRUNVALD et al., 2013).

No Brasil, principalmente no Sudeste e Centro-oeste, é prática usual aproveitar o clima ameno e as chuvas que ainda ocorrem para implantação da “safrinha”, que representa uma segunda oportunidade de cultivo, com implantação imediatamente após a colheita da “safra”. Normalmente, a safra é implantada na época da primavera e verão e, a safrinha, na época do verão e outono. Esses dois períodos apresentam um ambiente bastante diverso para o desenvolvimento das plantas, em termos de temperatura, com a antese ocorrendo no verão e no outono, respectivamente.

Neste trabalho são apresentados resultados de composição de óleos extraídos de girassóis, convencionais e alto oleico, semeados na safra e na safrinha, com o objetivo de investigar o efeito da temperatura na produção de óleo e na proporção dos principais ácidos graxos em sua composição.

## Material e Métodos

As sementes analisadas do híbrido duplo Helio 250 (Heliagro Sementes) com óleo convencional e do híbrido triplo Olisun 5 (Atlântica Sementes), alto oleico, foram obtidas a partir de campos de produção instalados no campo experimental do IAC, APTA, em Campinas, SP e foram semeados na safrinha (2011 e 2012) e na safra (2011/12 e 2012/13), em duplicata, por dois anos consecutivos. Práticas de cultivo foram constantes para os quatro plantios e compreenderam calagem, adubação de plantio com 300 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16, manutenção de estande de 40.000 plantas.ha<sup>-1</sup> e adubação de cobertura com 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N e 1 kg.ha<sup>-1</sup> de boro aos 30 dias após a germinação. As parcelas foram capinadas manualmente e nenhum controle químico foi utilizado nesses campos. Os capítulos foram colhidos, secos, debulhados, homogêneos e

processados em moinho. Cada amostra foi processada em duplicata pelo laboratório do CCQA do Instituto de Alimentos da APTA, em Campinas, SP, perfazendo quatro resultados para cada genótipo e a média dessas determinações foram analisadas nesse trabalho.

As avaliações de teor de óleo foram obtidas pelo método de extração direta por solvente, em que as amostras de sementes de girassol foram homogeneizadas em moinho, pesadas em cartucho de papel de filtro e colocadas em extrator tipo Butt por um período mínimo de 8h, utilizando éter de petróleo como solvente. A miscela obtida foi refluxada em rota evaporadora para eliminação do solvente residual e o material lipídico extraído foi pesado em balança analítica (FIRESTONE, 2008).

No óleo extraído, foram realizadas as análises características de composição em ácidos graxos, pelo método de cromatografia gasosa utilizando coluna capilar e detecção por ionização de chama. As amostras foram preparadas com a obtenção dos ésteres metílicos dos ácidos graxos e a análise cromatográfica foi realizada com injetor a 270°C, detector a 300°C e coluna com programação de temperatura e hidrogênio como gás de arraste. Os ácidos graxos foram identificados pelo tempo de retenção, comparando-se os cromatogramas das amostras com os de padrões conhecidos e a quantificação foi realizada por normalização interna pela porcentagem relativa de área (FIRESTONE, 2008).

Os resultados das análises foram processados utilizando-se o Software de estatística experimental Genes (CRUZ, 2006) e foram calculadas as equações de regressão e estimados os coeficientes de correlação entre as variáveis e as temperaturas.

## Resultados e Discussão

As temperaturas médias do período de 60 a 115 dias após o plantio, evapotranspiração potencial e precipitação nas quatro épocas de plantio que foram obtidas da base de dados meteorológicos CIIAGRO-online, do IAC estão apresentados na Tabela 1. Os teores de óleo e ácidos graxos apresentados pelos dois genótipos estudados são apresentados na Tabela 2. Para as duas épocas avaliadas, o conteúdo de óleo nas sementes foi superior para o híbrido convencional, com média de 41,08% contra 38,18% para o híbrido alto oleico.

Quando consideradas separadamente, a média de teor de óleo da safra foi superior àquela apresentada na safrinha para os dois genótipos. Isso se deve às maiores temperaturas que ocorreram no decorrer da safra que favoreceram a maior produção de óleo, neste período. Fato que é indicativo do efeito da temperatura na produção de óleo pelo girassol e tem sido objeto de estudo de diversos autores (THOMAZ et al, 2012; UNGARO et al., 1997).

A composição em ácidos graxos no híbrido convencional mostrou variações ao longo das quatro épocas de plantio, principalmente nos teores dos ácidos oleico e linoleico. Na medida em que a concentração do ácido graxo oleico aumentou de 16%, em média, em plantios na safrinha, para 37% quando cultivado na safra, o teor do ácido graxo linoleico decresceu de 72% para 53% da safrinha para a safra, respectivamente.

Variações semelhantes também foram observadas por Echarte et al. (2010) e Schulte et al. (2013). No híbrido alto oleico, uma variação bem menos expressiva, mas positiva, foi observada no teor de ácido graxo oleico dos plantios da safrinha (77,9%) para a safra (88,6%) e o comportamento inverso foi observado para o linoleico, de 13,0% na safrinha para 3,7% na safra, como observado por Flagella et al.(2002).

**Tabela 1.** Temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas, evapotranspiração potencial (mm) e precipitação (mm) durante o enchimento de grãos nas quatro épocas de cultivo

Época	Temperaturas*			ETP*	Precipitação*
	Máxima	Média	Mínima		
Safrinha 2011	24,20	18,40	12,50	96	97,8
Safra 2011/12	28,70	23,50	18,20	228	396,4
Safrinha 2012	23,50	18,50	13,50	99	209,0
Safra 2012/13	29,60	24,40	19,10	233	277,4

\*Fonte: CIIAGRO on line

**Tabela 2.** Teor (%) de óleo e concentração de ácidos graxos (%) nos óleos dos híbridos He 250 e Olisun 5 em quatro épocas de cultivo

Época	Híbrido	Teor de Óleo	Ácidos Graxos			
			Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico
Safrinha 2011	He 250	42,48	5,93	5,23	13,71	73,41
	Olisun 5	38,59	3,14	4,09	79,61	11,09
Safra 2011/12	He 250	41,82	5,05	3,23	35,47	54,53
	Olisun 5	42,37	3,07	2,47	89,03	3,71
Safrinha 2012	He 250	36,98	5,50	4,43	18,23	70,17
	Olisun 5	36,22	3,26	3,64	76,19	14,92
Safra 2012/13	He 250	43,03	4,92	3,25	38,48	51,86
	Olisun 5	35,54	3,24	3,03	88,16	3,61

O efeito do aumento da temperatura na elevação dos teores desse ácido graxo monoinsaturado (18:1) e na diminuição dos teores do ácido graxo poli-insaturado (18:2) tem sido demonstrado em estudos com girassol por diversos autores (IZQUIERDO; AGUIRREZÁBAL, 2008; GRUNVALD et al., 2013) e tem sido relacionado à diminuição da atividade da enzima oleato desaturase, responsável pela conversão do ácido graxo oleico em linoleico (FLAGELLA et al., 2002), resultando no acúmulo do primeiro.

Os coeficientes de correlação estimados entre os ácidos graxos e as temperaturas máximas, médias e mínimas são apresentados na Tabela 3 para o híbrido He 250 e, na Tabela 4, para o híbrido Olisun 5. Para o híbrido He 250, as maiores correlações dos ácidos graxos foram com a temperatura mínima e a equação da regressão linear é apresentada na Figura 1, com coeficientes de determinação de 99,5, 99,3, 89,6 e 92,8% para os ácidos graxos oleico, linoleico, palmítico e esteárico, nessa ordem, mostrando o alto grau de ajuste dos resultados ao modelo linear, com a temperatura mínima. Entre os ácidos graxos, o oleico apresentou correlações próximas da unidade, mas com sinal negativo, com todos os outros apresentados. O ácido graxo linoleico, por sua vez, apresentou correlações positivas próximas da unidade com o palmítico e o esteárico. Resultados similares foram obtidos em estudos anteriores (KALEM et al., 2011; ONEMLI, 2012).

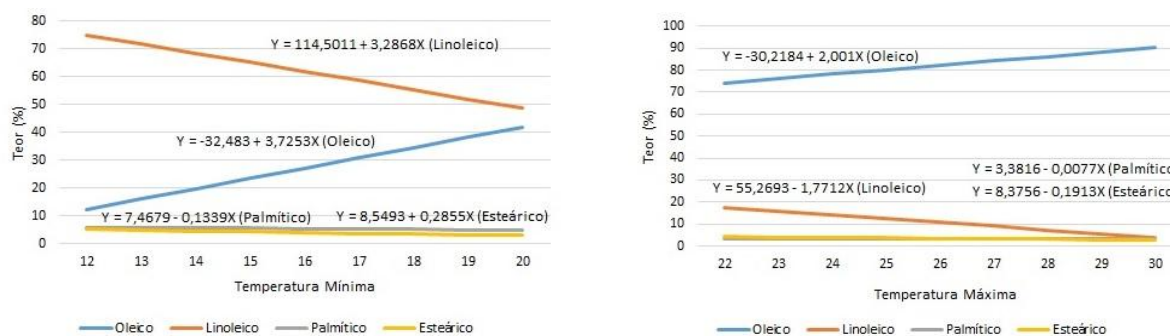
**Tabela 3.** Coeficientes de correlação de Pearson estimados entre os teores de ácidos graxos do óleo do híbrido convencional de girassol He250 e temperaturas durante o enchimento de grãos

	Esteárico	Oleico	Linoleico	Temp.Máx	Temp.Méd	Temp.Mín
Palmítico	0,96	-0,95	0,94	-0,87	-0,91	-0,95
Esteárico		-0,96	0,95	-0,89	-0,93	-0,96
Oleico			-1,00	0,97	0,99	1,00
Linoleico				-0,97	-0,99	-1,00

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Pearson estimados entre os teores de ácidos graxos do óleo do híbrido alto oleico de girassol Olisun 5 e temperaturas durante o enchimento de grãos

	Esteárico	Oleico	Linoleico	Temp.Máx	Temp.Méd	Temp.Mín
Palmítico	0,35	-0,45	0,43	-0,25	-0,20	-0,15
Esteárico		-0,84	0,79	-0,82	-0,85	-0,88
Oleico			-1,00	0,95	0,93	0,90
Linoleico				-0,95	-0,93	-0,89

Para o híbrido alto oleico Olisun 5, as maiores correlações dos ácidos graxos foram com a temperatura máxima e apresentou resultados negativos entre o oleico e os outros ácidos graxos, embora o linoleico tenha apresentado correlação positiva com os ácidos palmítico e esteárico. As equações da regressão linear entre as concentrações desses ácidos graxos e a temperatura máxima (Figura 1), apesar de a variação dos teores de ácido graxo palmítico não ter mostrado aderência ao modelo linear ( $R^2=6,1\%$ ), apresentaram coeficientes de determinação de ordem moderada para os ácidos graxos oleico (90,6%), linoleico (90,5%) e esteárico (67,5%).



**Figura 1.** Relação entre a temperatura do ar (°C) durante o enchimento de grãos e o teor dos ácidos graxos em aquênios de girassol do híbrido He 250 (esquerda) e Olisun 5 (direita).

Tais resultados suportam que, para cultivo em condições do Semiárido brasileiro, com temperaturas médias elevadas, a recomendação de plantio de híbridos convencionais levaria em conta a boa produtividade em óleo desses híbridos, aproveitando-se do maior teor de ácido graxo oleico no óleo com maior resistência à oxidação e consequente maior vida útil do óleo.

## Conclusões

Os resultados apresentados suportam a hipótese que a alteração na composição do óleo de girassol em culturas desenvolvidas em altas temperaturas é devida aos efeitos do estresse térmico na biossíntese do ácido graxo.

A modelação do teor dos ácidos graxos oleico e linoleico no óleo de girassol é possível com o controle do genótipo e da temperatura na floração-enchimento de grãos da cultura.

Genótipos convencionais de girassol cultivados no Semiárido irã produziram óleo com elevado teor de ácido graxo oleico.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para a condução deste projeto (Edital CNPq 28/2008, Processo nº 555877/2010-8).

## Referências

- CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. CIIAGRO Online [base de dados na internet]. São Paulo: Instituto Agrônomo [s.d.] [acesso em 13 jun 2014]. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, Safra 2013/14, n.12 - Décimo Segundo Levantamento, Brasília, 2014. v.1, 127 p.
- CRUZ, C. D. Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes. Viçosa: Editora UFV, 2006. v. 1, 285 p.
- ECHARTE, M. M. et al. Night temperature and intercepted solar radiation additively contribute to oleic acid percentage in sunflower oil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 119, n. 1, p. 27–35, 2010.
- FIRESTONE, D. (ed.) **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 5<sup>th</sup> ed. rev. 2nd print. Champaign: AOCS. Current through Revision 1, 2008.
- FLAGELLA, Z. et al. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 17, n. 03, p. 221–230, 2002.
- GRUNVALD, A.K. et al. Influence of temperature on the fatty acid composition of the oil from sunflower genotypes grown in tropical regions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Urbana, v. 90, n. 4, p. 545–553, 2013.
- IZQUIERDO, N.G.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N. Genetic variability in response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 106, p. 116–125, 2008.
- KALEM, S. et al. Oil and oil quality in different circles of mature sunflower head as influenced by varying environments. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 10, p. 373-377, 2011

- ONEMLI, F. Impact of climate changes and correlations on oil fatty acids in sunflower. **Pakistan Journal of Agricultural Science**, Faisalabad, v. 49, n. 4, p. 455–458, 2012.
- RODRIGUEZ, D. J. de et al. Grain yield and fatty acid composition of sunflower seed for cultivars developed under dry land conditions. In: JANICK, J. AND WHIPKEY, A. (Ed.). **Trends in new crops and news uses**. Alexandria, VA: ASHS Press, 2002. p. 139–142.
- RONDANINI, D.; SAVIN, R.; HALL, A. J. Dynamics of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief intervals of high temperature during grain filling. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 83, n. 1, p. 79–90, 2003.
- SCHULTE, L. R. et al. (2013). Increased growing temperature reduces content of polyunsaturated fatty acids in four oilseed crops. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 51, p 212-219, 2013.
- SOLDATOV, K. I. Chemical mutagenesis in sunflower breeding. In: International Sunflower Conference, 7<sup>th</sup>, Krasnodar, USSR. **Proc...Int. Sunflower Assoc.**, Vlaardingen, The Netherlands. 1976. p. 352-357.
- THOMAZ, G. L. et al. Produção do girassol e teor de óleo nos aquênios em função da temperatura do ar, precipitação pluvial e radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1380–1385, 2012.
- TRÉMOLIÈRES, A.; DUBACQ, J.; DRAPIER, D. Unsaturated fatty acids in maturing seeds of sunflower and rape: Regulation by temperature and light intensity. **Phytochemistry**, Oxford, v. 21, p. 41–45, 1982
- UNGARO, M. R. G. et al. Influência da temperatura do ar na composição de aquênios de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 351–356, 1997.