

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR NA COMPOSIÇÃO DE AQUÊNIOS DE GIRASSOL¹

MARIA REGINA GONÇALVES UNGARO², PAULO CESAR SENTELHAS³,
JANE MENEGALDO TURATTI⁴ e DAYSE SOAVE⁵

RESUMO - Foram realizadas análises de regressão entre a média das temperaturas máxima, mínima e média diárias, no período compreendido entre o florescimento e a maturação fisiológica, e o teor de óleo em aquênios de três cultivares de girassol: IAC-Anhandy; VNIIMK; e Contisol-621, semeadas em Monte Alegre do Sul, SP, com o objetivo de estabelecer a influência da temperatura do ar na composição de aquênios das três cultivares. Verificou-se que o teor de óleo apresentou relação quadrática com a temperatura mínima do ar nas cultivares IAC-Anhandy e VNIIMK, enquanto que na cultivar Contisol-621 a relação quadrática foi com a temperatura máxima do ar, com os respectivos pontos ótimos: 10°C; 12,5°C e 24°C. A mesma análise realizada apenas na cultivar VNIIMK, com relação ao teor de proteína e à composição do óleo, mostrou que o teor de proteína também foi influenciado pela temperatura do ar, através das máximas, com ponto ótimo em 25°C. Com relação à composição, observou-se que os ácidos palmítico, oléico e linoléico mostraram melhor correlação com a temperatura mínima do ar; o ácido palmitoléico, com a temperatura máxima do ar; e o ácido esteárico, com a temperatura média do ar. Os ácidos mirístico e behênico não mostraram ser influenciados pela temperatura do ar.

Termos para indexação: *Helianthus annuus*, óleo, ácidos graxos, proteína, temperatura do ar.

INFLUENCE OF AIR TEMPERATURE ON COMPOSITION OF SUNFLOWER ACHENE

ABSTRACT - Regression analysis was made between daily maximum, minimum and mean air temperature during flowering and physiological maturity period and oil content on achene of three sunflower cultivars: IAC-Anhandy; VNIIMK; and Contisol-621, cultivated in Monte Alegre do Sul, SP, Brazil, with the objective of establishing the influence of air temperature on achene composition of the three cultivars. Oil content showed quadratic relation with minimum air temperature for IAC-Anhandy and VNIIMK while for Contisol-621 the quadratic relation was with maximum air temperature. These relations showed the respective optimum points of temperature: 10°C; 12.5°C; and 24°C. The same analysis carried out only for VNIIMK cultivar with relation to protein content and fatty acid composition showed that protein content was influenced by maximum air temperature, with optimum point in 25°C. For the fatty acid composition it was observed that palmitic, oleic and linoleic acids showed best correlation with minimum air temperature, palmitoleic acid with maximum air temperature, and stearic acid with mean air temperature. Air temperature did not show any influence on myristic and behenic acids levels.

Index terms: *Helianthus annuus*, oil, fatty acids, protein, air temperature.

INTRODUÇÃO

O conteúdo de óleo nos aquênios de girassol produzidos no Estado de São Paulo tem-se mostrado quase sempre menor que o apresentado em áreas tradicionais de produção da Europa e Estados Unidos.

Vários fatores são conhecidos como influenciando o teor de óleo nos grãos, destacando-se a característica genética da cultivar, e características ambientais, como: deficiência hídrica em determi-

¹ Aceito para publicação em 28 de novembro de 1996.

² Eng. Agr., Dr., Seção de Oleaginosas, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas, SP. Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., M.Sc., Dep. de Física e Meteorologia, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-970 Piracicaba, SP.

⁴ Eng. Alim., M.Sc., Seção de Lípides e Prótides, ITAL, Caixa Postal 139, CEP 13073-001 Campinas, SP.

⁵ Eng. Agr., Seção de Fitoquímica, IAC.

nadas fases do desenvolvimento da cultura (Talha & Osman, 1975), altas e baixas temperaturas entre 10°C e 26,5°C sob condições constantes (Canvin, 1965), doenças (Zimmer & Zimmerman, 1972) e altos níveis de nutrição com nitrogênio (Coic et al., 1972).

De acordo com Canvin (1965), a temperatura durante a fase de maturação dos aquênios é um fator importante de variação na composição bioquímica do óleo. Tal fato foi constatado por Harris et al. (1978), na cultura do girassol que, ao analisarem a influência da temperatura do ar no teor de óleo e composição de aquênios, sob condições controladas, verificaram que havia um decréscimo no teor total de óleo e no teor de ácido linoléico sempre que as temperaturas, respectivamente, máxima e mínima, no período compreendido entre o florescimento e a maturação, se elevavam.

Por outro lado, Cholaky et al. (1985) observaram uma diminuição no conteúdo de óleo, como consequência da queda da temperatura média diária após a antese, o que indica que tanto as altas como as baixas temperaturas têm influência sobre o teor de óleo dos aquênios de girassol, como relatado por Canvin (1965). Outros fatores, indiretamente relacionados à temperatura, como energia solar total e comprimento do dia, podem influenciar o conteúdo e a qualidade do óleo (Unger & Thompson, 1982; Seiler, 1983). No entanto, como discutido por Filipescu & Stoescu (1979), alguns genótipos mantêm um alto conteúdo de ácido linoléico sob diferentes condições de temperatura, podendo vir a ser interessantes para regiões quentes e áridas, onde as condições são menos favoráveis à acumulação do ácido linoléico.

Canvin (1965) e Fernandez-Martinez et al. (1986) verificaram que a temperatura durante o período floração-maturação determinava o maior ou menor teor de ácido oléico e linoléico, e que, nas condições da Andalucia, Espanha, a porcentagem de ácido oléico oscilou entre 25 e 45%, e a de linoléico, entre 45 e 65%. Sob temperaturas mais baixas, houve diminuição do oléico e aumento do linoléico; em Dakota do Norte, Estados Unidos, foram encontrados valores de 10 a 12% de oléico e de 74 a 78% de linoléico (Robertson et al., 1978).

No Rio Grande do Sul, Silva et al. (1995) verificaram que as sementeiras realizadas no final de ju-

lho originavam aquênios com maior teor de ácido oléico, em comparação com as sementeiras de setembro, e menores teores de ácido linoléico, em duas das cultivares avaliadas, enquanto a Contisol-711 não mostrou diferença nos teores dos dois ácidos graxos nas duas épocas de sementeira. Estes resultados mostram a existência de comportamentos diferenciados entre as cultivares, com respeito aos ácidos graxos, e são contraditórios na medida em que os plantios de setembro costumam apresentar temperaturas mais elevadas que os de julho na fase de enchimento de grãos, do que deveria resultar o aumento do teor de óleo e de ácido oléico, de acordo com a literatura internacional. Por seu lado, Harris et al. (1978) verificaram aumento no teor de ácido linoléico como resposta aos efeitos da temperatura mínima do ar.

O objetivo deste estudo foi estudar e estabelecer a influência da temperatura do ar na composição de aquênios de três cultivares de girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul (Latitude 22°40' S, Longitude 46°40' W e Altura 777 m), do Instituto Agrônomo de Campinas, SP, no período de março a dezembro de 1989.

Duas populações de polinização aberta: IAC-Anhandy e VNIIMK, e um híbrido, Contisol-621, foram semeados mensalmente, no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, mantidas sob irrigação sempre que necessário.

Em cada parcela foram feitas as seguintes observações fenológicas: emergência, início, meio e final do florescimento, e maturação fisiológica.

Da produção de cada parcela foi retirada uma amostra de aquênios, a qual foi analisada quanto ao teor de óleo pelo método da International Union of Pure and Applied Chemistry (1987) de ressonância magnética nuclear. O óleo de aquênios oriundos da população VNIIMK foi extraído por "Soxhlet" (Association of Official Agricultural Chemists, 1965), e sua composição foi determinada por meio de cromatografia gasosa, pelo método oficial da American Oil Chemists Society (Firestone, 1990); determinou-se, também, o conteúdo de proteína dos aquênios, referentes às diferentes épocas de sementeira, pelo método oficial da American Association of Cereal Chemists (1990).

Os dados de temperatura do ar (máxima e mínima) do período correspondente ao ensaio foram obtidos junto ao

posto meteorológico pertencente à Seção de Climatologia Agrícola do IAC, localizado próximo ao ensaio. O cálculo da temperatura média do ar foi feito através da média aritmética entre a máxima e a mínima temperatura diária.

Para a identificação da influência da temperatura sobre os parâmetros analisados, foram feitas correlações através da análise de regressão, pelo programa "Ajuste" (Zullo Junior & Arruda, 1987). Para tanto, foram consideradas as temperaturas ocorridas durante o subperíodo "florescimento-maturação", como utilizado por Harris et al. (1978) e Cholaky et al. (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os coeficientes de correlação, obtidos por diferentes modelos de ajuste propostos por Harris et al. (1978), da relação entre a temperatura do ar no subperíodo "florescimento-maturação" e o teor de óleo das três cultivares de girassol estudadas.

Os resultados indicam que o melhor ajuste obtido, referente às três cultivares, foi através da regressão quadrática, com a temperatura mínima do ar referentes às cultivares IAC-Anhandy e VNIIMK e com a temperatura máxima do ar no tocante à cultivar Contisol-621, com valores de coeficiente de correlação de: 0,86; 0,77; e 0,77, respectivamente. Isto indica a existência de um ponto ótimo de temperatura em relação ao teor de óleo nos aquênios, o que está de acordo com as constatações de Canvin (1965), que apontou como fator de redução no conteúdo de óleo tanto as temperaturas altas quanto as baixas.

Na Fig.1 pode-se observar o comportamento das três cultivares. O teor de óleo decresce com o aumento da temperatura mínima nas cultivares IAC-Anhandy e VNIIMK, e da temperatura máxima, na cultivar Contisol-621; no entanto, isto somente ocorre após um ponto ótimo de temperatura onde, até então, o teor de óleo teve um acréscimo com a elevação da temperatura.

As temperaturas mínimas em que os aquênios apresentaram maior teor de óleo foram 10°C e 12,5°C, respectivamente, nas cultivares IAC-Anhandy e VNIIMK. Já na cultivar Contisol-621, a temperatura ótima foi de 24°C, o que indica diferenças no comportamento das cultivares, com conseqüentes reflexos na sua utilização em diferentes épocas de plantio. Esses valores diferem dos 18°C que Almeida & Silva (1993) consideram como temperatura ótima para a produção de óleo em girassol.

Analisando-se a influência da temperatura do ar na porcentagem de proteína em aquênios da cultivar VNIIMK, pode-se observar, pela Tabela 2, que a temperatura máxima do ar, durante o subperíodo "florescimento-maturação", foi a que melhor explicou a variação no teor de proteína nos aquênios provenientes de diferentes épocas de semeadura, com coeficiente de correlação de 0,56. Verifica-se que há efeito negativo da temperatura máxima no teor de proteína quando ocorre um aumento ou diminuição em relação ao valor ótimo (25°C) (Fig. 2). Canvin (1965) também observou tal efeito, relatando que a concentração de proteína passa de 14% para 20% com o aumento da temperatura.

TABELA 1. Coeficientes de correlação da relação entre a temperatura do ar no subperíodo "florescimento-maturação" e a porcentagem de óleo em aquênios de girassol.

Modelo ¹	IAC-Anhandy	VNIIMK	Contisol-621	Conjunta
$y = a + b \cdot T_{max}$	-0,68	-0,54	-0,70	-0,52
$y = a + b \cdot T_{min}$	-0,79	-0,50	-0,60	-0,54
$y = a + b \cdot T_{med}$	-0,77	-0,54	-0,66	-0,55
$y = a + b \cdot (T_{max} - T_{min})$	0,51	0,00	0,20	0,26
$y = a + b \cdot [T_{med} \cdot (T_{max} - T_{min})]$	-0,26	-0,39	-0,52	-0,28
$y = a + b \cdot (T_{max} \cdot T_{min})$	-0,79	-0,56	-0,68	-0,56
$y = a + b \cdot [(T_{max} - T_{min}) / (T_{max} + T_{min})]$	0,69	0,31	0,45	0,43
$y = a + b \cdot T_{max} + c \cdot T_{max}^2$	0,68	0,56	0,77	0,54
$y = a + b \cdot T_{min} + c \cdot T_{min}^2$	0,86	0,77	0,69	0,62

¹Tmax é a média da temperatura máxima do ar; Tmin é a média da temperatura mínima do ar; e Tmed é a média da temperatura média do ar.

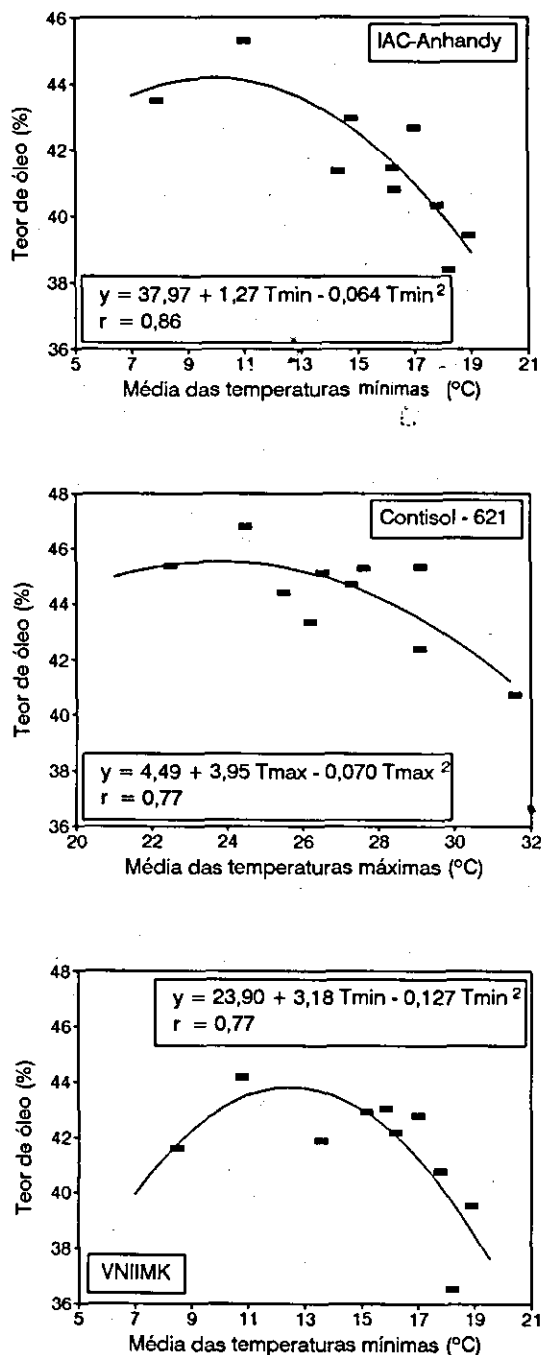


FIG. 1. Efeito da temperatura do ar no subperíodo "florescimento-maturação" no teor de óleo de aquênios de girassol, cultivares IAC-Anhandy, Contisol-621 e VNIIMK.

TABELA 2. Coeficientes de correlação da relação entre a temperatura do ar no subperíodo "florescimento-maturação" e a porcentagem de proteína nos aquênios de girassol, cultivar VNIIMK.

Modelo	Tmax	Tmin	Tmed
$y = a + b \cdot x$	-0,39	-0,35	-0,38
$y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$	0,56	0,36	0,48
$y = a \cdot \exp(b \cdot x + c \cdot x^2)$	0,57	0,37	0,49

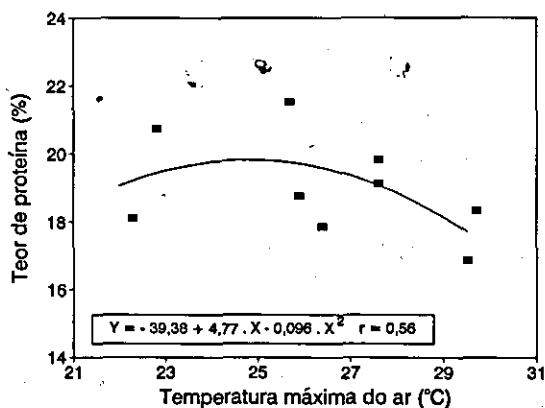


FIG. 2. Efeito da temperatura do ar no subperíodo "florescimento-maturação" sobre o teor de proteína, em aquênios de girassol, cultivar VNIIMK.

Ainda quanto à cultivar VNIIMK, observou-se que a temperatura também afetou a composição em ácidos graxos (Tabela 3). As temperaturas tiveram efeito positivo sobre os ácidos palmítico e oléico e efeito negativo sobre os ácidos palmítico, esteárico e linoléico. Os ácidos mirístico e behênico não mostraram ser influenciados pela temperatura do ar. Champolivier & Merrien (1996) encontraram, nas duas cultivares ensaiadas, efeito da temperatura no teor de ácidos oléico e linoléico, porém não encontraram efeito na acumulação dos ácidos palmítico e esteárico, o que parece indicar diferenças genéticas entre as cultivares do experimento brasileiro e do experimento francês.

As melhores correlações foram observadas entre a temperatura mínima no subperíodo "florescimento-maturação", e os ácidos oléico e linoléico, principais componentes do óleo de girassol (Tabela 3), com coeficientes de correlação de 0,97 e -0,95,

respectivamente. Esses ácidos apresentaram antagonismo, ou seja, o aumento de um implica na diminuição do outro (Fig.3). Resultados semelhantes foram observados por Harris et al. (1978), na cultivar Peredovick, na Austrália. Esses autores observaram que sob altas temperaturas mínimas ocorre redução na porcentagem de ácido linoléico, aparentemente devido ao efeito da temperatura na atividade das enzimas desaturase, as quais são responsáveis pela conversão do ácido oléico para linoléico. Eles ainda citam que para produção de óleo de alta qualidade nutricional (elevada concentração de ácido linoléico) são necessárias temperaturas mínimas médias no subperíodo "florescimento-maturação" menor ou igual a 10°C, o que normalmente não ocorre nas

regiões produtoras do Estado de São Paulo, fazendo com que o teor de ácido linoléico não atinja valores tão elevados quanto os obtidos em regiões produtoras dos Estados Unidos, que chegam a 78% (Robertson et al., 1978).

Entre os demais ácidos, o esteárico apresentou melhor correlação com a temperatura média do ar ($r = -0,82$), o palmítico com a temperatura mínima ($r = -0,74$) e o palmitoléico com a temperatura máxima do ar ($r = 0,60$). Os ácidos mirístico e behênico apresentaram baixas correlações com as temperaturas, mostrando sofrer pouca ou nenhuma influência desse elemento meteorológico. Os teores médios dos principais ácidos graxos da cv. VNIIMK foram, em porcentagem: mirístico: 0,05; palmítico: 6,37; palmitoléico: 0,03; esteárico: 5,46; oléico: 25,73; linoléico: 55,12; behênico: 0,91.

A apresentação destes resultados poderá representar um subsídio para a escolha de épocas de plantio do girassol mais adequadas para diferentes composições do óleo a ser obtido.

TABELA 3. Coeficientes de correlação da relação entre a temperatura do ar no subperíodo "florescimento-maturação" e a porcentagem de ácidos que compõem os aquênios de girassol, cultivar VNIIMK.

Ácido	Tmax	Tmin	Tmed
Mirístico	0,38	0,25	0,32
Palmítico	-0,33	-0,74	-0,58
Palmitoléico	0,60	0,47	0,55
Esteárico	-0,81	-0,78	-0,82
Oléico	0,84	0,97	0,94
Linoléico	-0,85	-0,95	-0,94
Behênico	-0,48	-0,22	-0,35

CONCLUSÕES

1. As cultivares apresentam respostas distintas à temperatura do ar: o teor de óleo nos aquênios das cultivares IAC-Anhandy e VNIIMK é influenciado pela temperatura mínima do ar no subperíodo "florescimento-maturação", é influenciado pela temperatura máxima do ar na cultivar Contisol-621.

2. A temperatura máxima do ar no subperíodo "florescimento-maturação" é a que mostra melhores correlações com o teor de proteína, e o ponto ótimo de temperatura é o de 25°C.

3. A temperatura do ar influi no teor de ácidos graxos, a saber: a mínima, mostra melhores correlações com os ácidos palmítico, oléico e linoléico; a temperatura máxima, com o ácido palmitoléico; e a temperatura média, com o ácido esteárico.

4. Os teores dos ácidos mirístico e behênico apresentam baixas correlações com a temperatura do ar.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F. da. Efeito de densidade e época de semeadura e de adubação nas características agrônômicas de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.7, p.833-841, 1993.

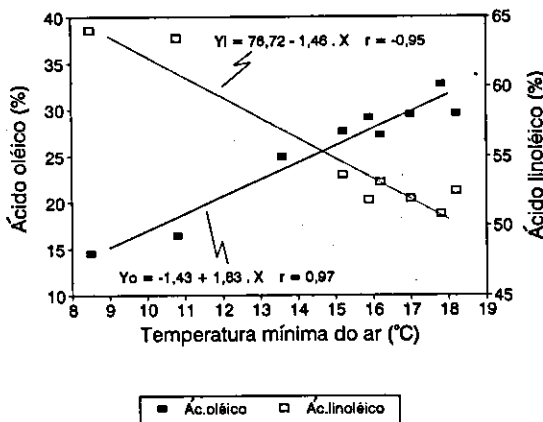


FIG. 3. Relação entre a temperatura mínima do ar durante o subperíodo "florescimento-maturação", e o teor dos ácidos linoléico e oléico em aquênios de girassol, cultivar VNIIMK.

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 8.ed. Saint Paul, 1990. v.2.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists**. 10.ed. Washington, D.C., 1965. 957p.
- CANVIN, D.T. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oilseed crops. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.43, p.63-69, 1965.
- CHAMPOLIVIER, L.; MERRIEN, A. Evolution de la teneur en huile et de sa composition en acides gras chez deux variétés de tournesol (oléique ou non) sous l'effet de températures différentes pendant la maturation des graines. INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 14., 1996, Beijing. **Proceedings...** [S.1.]: International Sunflower Association, 1996. v.1, p.576-583.
- CHOLAKY, L.; GIAYETTO, O.; NEUMANN, E.C. Epocas de siembra: efectos sobre el desarrollo, morfología, componentes del rendimiento y producción de girasoles de ciclos diferenciados. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 11., 1985, Mar del Plata. **Proceedings...** Mar del Plata: Asociación Argentina de Girasol, 1985. v.1, p.155-160.
- COIC, Y.; TENDILLE, F.; LESAIN, C. La nutrition azotée du tournesol (*Helianthus annuus*): Action sur le rendement et la composition biochimique de la graine. *Agrochimica*, Paris, v.16, n.3, p.254-263, 1972.
- FERNANDEZ-MARTINEZ, J.; JIMENEZ RAMIREZ, A.; DOMINGUEZ GIMENEZ, J.; ALCANTARA, M. Influencia de la temperatura en el contenido del aceite de tres genotipos de girasol. *Grasas y Aceites*, Sevilha, v.37, n.6, p.326-331, 1986.
- FILIPESCU, H.; STOENESCU, F.M. Variability of linoleic acid content in sunflower oil depending on genotype and environment. *Sunflower Newsletter*, Zevenaar, v.3, n.4, p.23-28, 1979.
- FIRESTONE, D. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 4.ed. Champaign: AOCS, 1990. v.1/2.
- HARRIS, H.C.; McWILLIAM, J.R.; MASON, N.K. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.29, p.1203-1212, 1978.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. **Standard methods for analysis of oils, fats and derivatives**. 7.ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1987.
- ROBERTSON, J.A.; CHAPMAN, G.W.; WILSON, R.L. Relation of days after flowering to chemical composition and physiological maturity of sunflower seed. *Journal of American Oil Chemical Society*, Champaign, v.55, p.266-269, 1978.
- SEILER, G.J. Effect of genotype, flowering date, and environment on oil content and oil quality of wild sunflower seed. *Crop Science*, Madison, v.23, p.1063-1068, 1983.
- SILVA, P.R.F.; RIZZARDI, M.A.; TREZZI, M.M.; ALMEIDA, M.L. Densidade e arranjo de plantas de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.6, p.797-810, 1995.
- TALHA, M.; OSMAN, F. Effect of soil water stress on water economy and oil composition in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.84, p.49-56, 1975.
- UNGER, P.W.; THOMPSON, T.E. Planting date effects on sunflower head and seed development. *Agronomy Journal*, Madison, v.74, p.389-395, 1982.
- ZIMMER, D.E.; ZIMMERMAN, D.C. Influence of some diseases on achene and oil quality of sunflower. *Crop Science*, Madison, v.12, p.859-861, 1972.
- ZULLO JUNIOR, J.; ARRUDA, F.B. **Programa computacional para ajuste de equações em dados experimentais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 31p. (Boletim Técnico, 113).