

RENDIMENTO DE ÓLEO DOS AQUÊNIOS DE GIRASSOL PRODUZIDOS NO SUL FLUMINENSE

Madelon Rodrigues Sá Braz, CPGF/UFRRJ, madelonsa@hotmail.com

Camila Santos Barros, CPGF/UFRRJ, sbcamila@yahoo.com.br

Claudia Antonia Vieira Rossetto, IA/UFRRJ, cavrosse@ufrj.br

Otniel Freitas Silva, CTAA/EMBRAPA, ofreitas@ctaa.embrapa.br

RESUMO: Os aquênios de girassol apresentam elevado teor de óleo, podendo ser utilizados como matéria-prima para a produção de biodiesel. O objetivo do trabalho foi avaliar o rendimento de óleo dos aquênios de girassol nas condições edafoclimáticas da região Sul Fluminense, sob influência do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura. Para isto, foi instalado um experimento de campo, em Planossolo, na UFRRJ. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas densidades de semeadura (45 e 75 mil plantas ha⁻¹) e as subparcelas por três lotes de aquênios de girassol Embrapa 122 V2000, com distintos níveis de vigor (baixo, médio e alto). Os resultados permitiram concluir que a elevação da densidade de 45 para 75 mil plantas ha⁻¹ proporcionou aumento no teor de óleo dos aquênios de girassol obtidos de plantas provenientes de aquênios de médio e alto vigor. A maior densidade de plantas de girassol favoreceu os maiores rendimentos de óleo, independente do nível de vigor dos aquênios.

Palavras-Chave: *Helianthus annuus* L., Densidade, Arranjo de plantas, Vigor.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) encontra-se entre as três culturas com maior produção de óleo mundial (ESTADOS UNIDOS, 2005). No Brasil, têm sido cultivado nos Estados de Goiás, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e São Paulo (LEITE et al, 2005), num total de 75,4 mil hectare de área cultivada, com produção de 106,1 mil toneladas de aquênios (CONAB, 2008). No Rio de Janeiro, tanto a região Norte (ANDRADE, 2006), como Sul Fluminense tem revelado a possibilidade de oferta de girassol com vista a produção de biodiesel (ORGADEM, 2008).

Em estudos realizados em várias regiões do Brasil, Carvalho et al. (2007) constataram que para a cultivar Embrapa 122 V2000, os valores médios de teor de óleo dos aquênios variaram entre 36,1% para o Estado do São Paulo e 48,1% para Roraima, enquanto que o rendimento de óleo variou entre 437,6kg ha⁻¹ para o Estado do Rio Grande do Sul e 1282,0kg ha⁻¹ para o Distrito Federal. Também, no Brasil Central, Porto et al. (2008) verificaram que os rendimentos de óleo para a cultivar Embrapa 122 V2000, variaram de 598,31kg ha⁻¹ a 893,33kg ha⁻¹ dependendo das condições ambientais.

O estabelecimento da população inicial no campo, assim como o ciclo de vida da planta podem ser influenciados pelas características fisiológicas dos aquênios (MUSSI, 2005). Em girassol, Albuquerque (2000) constataram que o desempenho dos aquênios no campo é influenciado pelo vigor dos aquênios.

Em relação ao rendimento de óleo, este é influenciado por vários fatores genéticos e ambientais, dentre estes o arranjo de plantas, que pode ser abordado em relação as duas variáveis: espaçamento entre linhas e espaçamento entre plantas dentro da linha. Segundo Silva et al. (1995), o rendimento de grãos mantém-se estável em espaçamentos distintos entre linhas, independente da cultivar e da densidade de plantas utilizadas. Já em relação a densidade de plantas, com cultivares de ciclo curto e porte baixo pode-se utilizar maior densidade de plantas em relação as de ciclo longo e porte alto. Além disso, a indústria prefere cultivar com conteúdo de óleo acima de 40%, e assim, quanto aos produtores, estes preferem materiais genéticos com alto conteúdo de óleo do que alta produção de aquênios, geralmente o que se obtém empregando os híbridos. Entretanto, o uso de variedades de polinização aberta, como o cultivar Embrapa 122 V2000, é vantagem devido ao menor preço dos aquênios e os menores riscos (PORTO et al., 2008). Silva & Nepomuceno (1991) verificaram que para a cultivar Contisol 711, quando foi aumentada a densidade de plantas, o teor de óleo também aumentou. Silva et al. (1995) também trabalhando com a mesma cultivar em densidades

diferentes, constataram que o além do teor de óleo, o rendimento de óleo também aumentou com a elevação da densidade de plantas.

Assim, considerando que o girassol é reconhecido como matéria-prima para a produção de biodiesel, procurou-se avaliar o rendimento de óleo dos aquênios nas condições edafoclimáticas da região Sul Fluminense, procurando subsídios futuros para os quais o governo já demonstrou interesse através do Decreto Estadual nº37.927 (BRASIL, 2005a).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado um experimento de campo, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), a 22°46' S, 43°41' W e 33m de altitude, em 26 de Outubro de 2006. O solo desta área é classificado como planossolo (RAMOS et al., 1973).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas densidades de semeadura (45 e 75 mil plantas ha⁻¹, ou seja, 3 e 5 plantas m⁻¹), conforme Almeida et al. (1993), as subparcelas por três lotes de aquênios de girassol Embrapa 122 V2000, com altura média de 155cm e ciclo de 100 dias, ou seja, ciclo curto e porte baixo (CASTIGLIONI et al., 1997). Estes lotes apresentavam-se com 82% de germinação, valor acima do padrão de comercialização que é de 75% (BRASIL, 2005b) e com 76%, 85% e 89% de emergência de plântulas em campo, denominadas de lote 1, 2 e 3 respectivamente. Cada subparcela foi formada por oito linhas de 3,5m de comprimento, com distância entre linhas de 0,7m.

Foram retiradas amostra de solo com trado de rosca, na profundidade de 0 a 20 cm. As amostras simples foram homogeneizadas formando uma amostra composta. Essa amostra foi encaminhada para análises químicas, no Laboratório de Análise de Solos da UFRRJ e serviram de base para a calagem, visando atingir 70% de saturação por bases no solo. Também foram retiradas amostras de solo para análise química por ocasião da semeadura, que serviram de base para a recomendação de adubação. Os dados da análise do solo revelaram valores de pH(água)=5,5; Ca=3,2cmol_cdm⁻³; Mg=1,7cmol_cdm⁻³; V%=63; P=21mgL⁻¹; K=32mgL⁻¹; H+Al=3,0cmol_cdm⁻³.

Por ocasião da semeadura (26/10/2006), foi feita a adubação com 10kg ha⁻¹ de N na forma de Sulfato de amônio, com 50kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Fosfato Super Simples e com 30kg ha⁻¹ de K₂O na forma de Cloreto de Potássio, com base em Rajj et al. (1997). A adubação de cobertura foi realizada aos 40 dias após a semeadura e consistiu de 40kg ha⁻¹ de N na forma de Sulfato de amônio. Foi feita a irrigação por aspersão somente até a emergência

das plântulas. O controle de plantas daninhas foi feito manualmente através de capinas regulares até os 30 dias após a semeadura.

Aos 21 dias após a semeadura, foi contado o número de plantas emergidas e foi feito o cálculo da população inicial. Os capítulos foram colhidos aos 100 dias de semeadura e posteriormente foram encaminhados para a Embrapa (CTAA), para determinação do teor de óleo, por extração com éter sulfúrico, no aparelho Soxhlet (UNGARO et al., 1992). O rendimento de óleo (kg ha^{-1}) foi obtido por cálculo, considerando o teor de óleo nos aquênios e o rendimento dos aquênios (kg ha^{-1}).

Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett (RIBEIRO JUNIOR, 2001), que indicaram a necessidade de transformação. Posteriormente, foi realizada a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura do girassol da cultivar Embrapa 122 V2000 no Sul Fluminense teve desenvolvimento satisfatório. O clima da região é do tipo CWa, pela classificação de Köppen, apresentando inverno seco e verão chuvoso (Köppen, 1948). Durante a condução do experimento, as condições de temperatura do ar variaram entre 20 e 29°C e a precipitação pluvial total foi de 473mm. De acordo com Castro & Farias (2005), as necessidades do girassol estão entre 20 e 28°C de temperatura e precipitação pluvial total de 500mm durante todo o ciclo da cultura.

Na Tabela 1, pode-se observar que houve efeito significativo de densidade de semeadura para a população de plantas na colheita, embora não tenha sido constatada diferença significativa entre os lotes com diferentes níveis de vigor. No entanto, de acordo com Marcos Filho (2005) o vigor das sementes pode produzir efeito sobre o estabelecimento das plântulas e o desenvolvimento das plantas. Em girassol, Albuquerque & Carvalho (2003) verificaram que aquênios de alto vigor foram superiores aos de médio vigor e estes superiores aos de baixo vigor quanto a porcentagem de emergência das plântulas de girassol que foram submetidas à condição de estresse por alta temperatura (35°C). Para Larsen et al. (1998), trabalhando com sementes de colza e ervilha, mesmo que não ocorra diferença na população inicial, a influência do vigor pode existir, já que plantas provenientes de sementes de baixo vigor apresentam maior sensibilidade a condições adversas do ambiente.

Tabela 1. Dados médios de população inicial (plantas m⁻¹) obtidas de plantas de girassol provenientes de aquênios com três diferentes níveis de vigor (1-baixo, 2-médio e 3-alto), sob densidades de 45 e 75 mil plantas ha⁻¹. Seropédica – RJ, 2007.

Lotes	População inicial (plantas m ⁻¹)		
	45	75	Médias
1	2,00*	3,25	2,65a
2	2,50	3,25	2,87a
3	2,75	3,75	3,00a
Médias	2,42B	3,42A	
C.V.(%) parcela	0,53		
C.V.(%) subparcela	0,82		

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Pela Tabela 2, foi constatado que houve efeito significativo da interação entre densidade de sementeira e níveis de vigor dos aquênios para teor de óleo e rendimento de óleo dos aquênios. Na maior densidade de sementeira (75 mil plantas ha⁻¹), as maiores porcentagens de óleo nos aquênios foram obtidos de plantas provenientes dos lotes 2 e 3 (de médio e alto vigor). Carvalho & Pissaia (2002) observaram 41% de óleo dos aquênios do híbrido M734 na densidade de 50 mil plantas por hectare. Resultado semelhante também foi encontrado por Zubillaga et al. (2002) que empregando a densidade de 51 mil plantas por hectare do híbrido Paraíso 6, encontraram teor de óleo médio de 50,24%. Silva & Nepomuceno (1991) verificaram que para a cultivar Contisol 711, ao aumentar a densidade de 30 para 70 mil plantas por hectare, o teor de óleo aumentou de 42,4% para 45,6%. Além disso, sob a maior densidade o teor de óleo dos aquênios foi em média de 48,98% e 50,66% quando obtidos nas densidades de sementeira de 45 e 75 mil plantas por hectare, respectivamente. Este valor é acima do esperado para a cultivar Embrapa 122 V2000 que é de 40 a 44%, provavelmente devido a disponibilidade hídrica regular e suficiente (6,62mm dia⁻¹) durante a fase de florescimento e temperatura média diária ideal para a cultura (24°C).

Para o rendimento de óleo, foi verificado que sob a densidade de 75 mil plantas por hectare, foram observados os maiores valores obtidos de plantas provenientes dos três lotes (Tabela 2). Estes resultados para os lotes 2 e 3, provavelmente foram devido ao maior teor de óleo dos aquênios (Tabela 2). Silva et al. (1995) trabalhando com girassol da cultivar Contissol 711, constataram que o rendimento de óleo aumentou de 793kg ha⁻¹ para 1024kg ha⁻¹ ao aumentar a densidade de 30 para 70 mil plantas por hectare. Além disso, para o lote 1, sob a densidade de 75 mil plantas por hectare, embora tenha sido observado aumento no rendimento de óleo, provavelmente, não foi devido ao maior teor de óleo (Tabela 2). Assim,

este menor rendimento de óleo poderia ser devido ao menor rendimento de aquênios (dados não apresentados). No entanto, também para o lote 2 foi observado menor rendimento de aquênios sob a densidade de 75 mil plantas (dados não apresentados). Wendt et al. (2005) verificaram que quando não ocorrem diferenças entre o teor de óleo, os incrementos de rendimento de óleo são decorrentes das variações no rendimento dos aquênios. Já para Castro & Farias (2005) o teor de óleo tem relação inversa com o tamanho e massa de aquênios. Segundo os autores os aquênios mais pesados e de maior tamanho possuem maior volume e superfície de casca (pericarpo) em relação a semente, proporcionando menor teor de óleo. Assim, de acordo com Silva et al. (1995) a formação dos aquênios mais pesados ocasionaria a produção de maior porcentagem de casca em prejuízo à constituição dos componentes internos dos aquênios, podendo até mesmo afetar a composição dos ácidos graxos, por estes estarem relacionados à formação dos capítulos com diferentes tamanhos e formas. Silva & Nepomuceno (1991) justificaram que o maior teor de óleo nos aquênios em densidades maiores tem sido atribuído a menor porcentagem de casca que ocorre nesta situação. Além disso, Silva et al. (1995) relataram que nas cultivares de ciclo precoce e estatura baixa, o aumento da densidade não aumenta o rendimento de aquênios, mas aumenta o teor de óleo, aumentando o rendimento de óleo. Para as cultivares de ciclo longo, ocorre a diminuição do rendimento de óleo à medida que se eleva a densidade, principalmente devido ao decréscimo no rendimento de aquênio, uma vez que o teor de óleo não se altera. Assim, as características morfológicas das cultivares precoce e de baixa estatura determinam menor sombreamento, possibilitando um espaçamento maior entre as plantas, para melhor aproveitamento da luz. No entanto, os autores relatam que há trabalhos que evidenciam que a resposta do girassol à densidade não varia em função da estatura da planta. Também a época de semeadura, a disponibilidade de nutrientes e a incidência de plantas invasoras são fatores que afetam a escolha da densidade de plantas mais adequada. Para Silva et al. (1995), com adubação a maior densidade favoreceu a menor estatura e a menor incidência de plantas daninhas, o que resultou em menor competição, dentro da comunidade de plantas. Sem adubação, há maior competição entre plantas. Os autores concluíram que a recomendação da utilização de densidades mais elevadas somente deve ser feita em condição adequada de manejo.

Neste trabalho, o aumento da densidade de plantas, aumentou o rendimento de óleo quando provenientes de plantas de médio e alto vigor, valorizando ainda mais a escolha correta da densidade de plantas de girassol, especialmente, se o produto for comercializado em função do seu rendimento em óleo.

Tabela 2. Dados médios de teor de óleo dos aquênios (%) e de rendimento de óleo (kg ha⁻¹) obtidas de plantas de girassol provenientes de aquênios com três diferentes níveis de vigor (1-baixo, 2-médio e 3-alto), sob densidades de 45 e 75 mil plantas ha⁻¹. Seropédica - RJ, 2007.

Lotes	Teor de óleo (%)			Rendimento de óleo (kg ha ⁻¹)		
	45	75	Médias	45	75	Médias
1	49,96Aa*	48,99Bb	49,48	977,32Bb	1593,18Aa	1285,25
2	49,38Bb	51,01Aa	50,19	1206,18Bab	1764,56Aa	1485,37
3	47,62Bc	51,98Aa	49,80	1391,54Ba	1836,69Aa	1614,11
Médias	48,98	50,66		1191,68	1731,47	
C.V.(%)	parcela	0,41			7,47	
C.V.(%)	subparcela	0,71			3,01	

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

CONCLUSÃO

A elevação da densidade de 45 para 75 mil plantas ha⁻¹ proporcionou aumento no teor de óleo dos aquênios de girassol obtidos de plantas provenientes de aquênios de médio e alto vigor.

A maior densidade de plantas de girassol favoreceu os maiores rendimentos de óleo, independente do nível de vigor dos aquênios.

AGRADECIMENTOS

Braz, M.R.S. e Rossetto, C.A.V. agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela concessão das bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M.C. de F; CARVALHO, N.M. de Effects of the type environmental stress on the emergece of sunflower (*Helianthus annus* L.), soybean (*Glicine max* (L.) Merrill) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. **Seed Science and Technology**. Zurich. v.31, n.2, p. 465-479, 2003.

ALBUQUERQUE, M.C. de F. **Desempenho germinativo e testes de vigor para sementes de girassol, milho e soja semeadas sob condição de estresse ambiental**. 2000, 180p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

ALMEIDA, M.L. de; 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.

ANDRADE, W.E. de B. **Viabilidade técnica do cultivo de oleaginosas no Norte Fluminense. A experiência da Pesagro-Rio**. Campos dos Goytacazes: Pesagro, 2006, 47p.

BRASIL. Decreto nº37.927, de 6 de julho de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, DF, 2005a.

BRASIL. Instrução Normativa nº25, de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, DF, 2005b.

ESTADOS UNIDOS. **United States Department of Agriculture**. USDA, Washington, august 2005, 28p.(circular series:fop 08-05).

CARVALHO, D.B. de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: I-Rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.3, n.1, p.41-45, 2002.

CARVALHO, C.G.P. de; OLIVEIRA, A.C.B. de; MARQUES, C.R.G.; SALASAR, F.P.L.T.; PANDOLFI, T.J.F.; CAMPOS, R.; FAGUNDES, R.A. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2005/2006 e 2006**. Londrina: CNPSo, 2007, 120p.

CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: CAMPOS LEITE, R. V. de; BRIGHENTE, A. M.; CASTRO, C. de. 1ª ed. **Girassol no Brasil**. Londrina: CNPSo, 2005, p.163-218.

CASTIGLIONI, V.B.R.; LEITE, R.M.V.B.C.; OLIVEIRA, M.F. de. **Variedade de girassol – V2000**. Londrina: CNPSo, 1997. Folder nº04/97.

CONAB, **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: sexto levantamento, março 2008**. Companhia Nacional de Desenvolvimento. 2008, 30p.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com un estudio de los climas de la terra**. México: Fondo Cultural Económico. 1948, 479p.

LARSEN, U.S.; POVLSEN, F.V.; ERIKSEN, E.N.; PEDERSEN, H.C. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape and pea. **Seed Science and Technology**. Zurich, v.26, n.4, p.627-641, 1998.

LEITE, R. V. de C.; BRIGHENTE, A. M.; CASTRO, C. de, 1ª ed. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa soja, 2005, 641p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MUSSI, M. M.; **Germinação e vigor de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a diferentes concentrações de CO₂, períodos de exposição e embalagens**. 2005, 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná.

ORGADEM. **Biodiesel em Queimados**, Rio de Janeiro, 19 abr. 2006. Disponível em: <<http://www.orgadem.org.br/biodieselqueimados.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2008.

PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P. de; PINTO, R.J.B.; OLIVEIRA, M.F. de; OLIVEIRA, A.C.B. de. Evaluation of sunflower cultivars for Central Brazil. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.65, n.2, p.139-144, 2008.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo, Fundação IAC, 1997, 198 p.

RAMOS, D.P.; CASTRO, A.F.; CAMARGO, M.N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia, Brasília, v.8, p.1-27, 1973.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises Estatísticas no SAEG**. 19.ed. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SILVA, P.R.P. da; RIZZARDI, M.A.; TREZZI, M.M.; ALMEIDA, M.L. de. Densidade e arranjo de plantas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.797-810, 1995.

SILVA, P.P.R. de; NEPOMUCENO, A.L. Efeito do arranjo de plantas no rendimento de grãos., componentes de rendimento, teor de óleo e no controle de plantas daninhas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1503-1508, 1991.

UNGARO, M.R.G.; TOLEDO, N.M.P. de; TEIXEIRA, J.P.F.; SUASSUNA FILHO, J. Determinação do teor de óleo em sementes de girassol pelos métodos de ressonância magnética nuclear e “soxhlet”. **Bragantia**, Campinas, v.51, n.1, p.1-5, 1992.

WENDT, V.; BULL, L.T.; CORRÊA, J.C.; CRUSCIOL, C.A.C. Produção de girassol em dois sistemas de semeadura em função da adubação verde de inverno associada a doses de NPK. **Acta Science Agronomia**, Maringá, v.27, n.4, p.617-621, 2005.

ZUBILLAGA, M.M.; ARISTI, J.P.; LAVADO, R.S. Effect of phosphorus and nitrogen fertilization on sunflower (*Helianthus annuus* L.) nitrogen uptake and yield. **Journal Agronomy & Crop Science**, Buenos Aires, v.188, p.267-274, 2002.