

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

TESE

**Produção e qualidade de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.)
influenciadas pela densidade de semeadura e pelo vigor das sementes**

MADÉLON RODRIGUES SÁ BRAZ

2009



**UNIVERSIDADE FERDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DE FITOTECNIA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE GIRASSOL
(*Helianthus annuus* L.) INFLUENCIADAS PELA DENSIDADE DE
SEMEADURA E PELO VIGOR DAS SEMENTES**

MADOLON RODRIGUES SÁ BRAZ

Sob a orientação da Professora
Claudia Antonia Vieira Rossetto

Tese submetida como requisito
Parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciências, no Curso de
Pós-Graduação em Fitotecnia, Área
de Concentração em Produção
Vegetal.

Seropédica, RJ
Março de 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DE FITOTECNIA**

MADÉLON RODRIGUES SÁ BRAZ

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Ciências**,
no Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Produção Vegetal.

TESE APROVADA EM 05/03/2009

Claudia Antônia Vieira Rossetto (Dra.) UFRRJ
orientadora

Adelson Paulo de Araújo (Ph.D.) UFRRJ

Higino Marcos Lopes (Dr.) UFRRJ

Antônio Carlos Silva de Andrade (Dr.) ENBT-Jardim Botânico/RJ

Maria do Carmo de A. Fernandes (Dra.) PESAGRO/RJ

633.85

B827p

T

Braz, Madelon Rodrigues Sá, 1977-
Produção e qualidade de sementes
de girassol (*Helianthus annuus* L.)
influenciadas pela densidade de
semeadura e pelo vigor dos aquênios
/ Madelon Rodrigues Sá Braz - 2009.
86. : il.

Orientador: Claudia Antonia
Vieira Rossetto.

Tese (Doutorado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro,
Curso de Pós-Graduação em
Fitotecnia.

Inclui bibliografias

1. Girassol - semente - Teses.
2. Girassol - Qualidade - Teses. 3.
Nitrogênio - Fixação - Teses. 4.
Plantas - Efeito do fósforo -
Teses. I. Rossetto, Claudia Antonia
Vieira, 1966-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.
Curso de Pós-Graduação em
Fitotecnia. III. Título.

AGRADECIMENTOS

À DEUS.

Aos meus pais, HEBERT e ELZA, pelo incentivo, apoio e compreensão.

Ao meu marido, ANDERSON, pelo apoio e compreensão.

À minha irmã, MARILON e meu cunhado ANTÔNIO pela amizade e constante apoio.

À minha avó SEVERA e à minha tia MARIA RITA pelas orações.

À professora CLAUDIA, pela orientação.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

À Embrapa Solos (POLIDORO), Agroindústria de Alimentos (OTNIEL) e Agrobiologia (JANAÍNA, ERNANI E MONALISA), pela permissão e ajuda na realização das análises laboratoriais.

À Embrapa Soja e CARLOS MISSIO, pela doação das sementes.

Aos bolsistas de iniciação científica do Laboratório de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, FERNANDA, FRANCO e LUIZ.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, CAMILA, ARIANE, CLEITON, LUÍS HENRIQUE, MARIELLA e MARILUCI, pela ajuda, amizade e companheirismo.

Aos funcionários do setor de campo da Fitotecnia e da Bovinocultura de leite.

Ao Instituto de Zootecnia, pela permissão de utilização da área para instalação dos experimentos de campo.

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, pelos ensinamentos.

A todos que de certa forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

BRAZ, Madelon Rodrigues Sá. **Produção e qualidade de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) influenciadas pela densidade de semeadura e pelo vigor das sementes.** 2009. 86p Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

Os objetivos do trabalho foram de analisar a eficiência dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de btes de aquênios de girassol; correlacionar os resultados dos testes conduzidos no laboratório com a emergência das plântulas de girassol em campo; avaliar a influência do vigor de aquênios de girassol no estabelecimento das plântulas e no desempenho das plantas; verificar a influência do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no crescimento de plantas de girassol; avaliar o efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no acúmulo de nutrientes e no rendimento de óleo em plantas de girassol. Para isto foram instalados seis experimentos. Os resultados permitiram concluir que os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada foram eficientes para classificar os lotes de aquênios de girassol. Em condições adversas, a emergência das plântulas de girassol em campo apresentou maior correlação com os testes de envelhecimento acelerado, de deterioração controlada e de condutividade elétrica. A utilização de aquênios vigorosos de girassol foi favorável ao desenvolvimento das plantas após 60 DAS e esse efeito persistiu até a produção, na ausência de diferença na população inicial. A utilização de aquênios de menor vigor produziu plantas com menor massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 80 e 100 DAS, o que proporciona menor taxa de crescimento da cultura no período de 60 a 100 DAS. Sob menor densidade, as plantas produzem maior massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 40 e 60 DAS, o que proporciona maior taxa de crescimento da cultura e taxa de crescimento relativo no período de 20 a 40 DAS. Aos 60 DAS, entre o florescimento e o enchimento, ocorreu maior acúmulo de massa de matéria seca e de N, P, K e Ca no caule, nas folhas e total nas plantas de girassol produzidas sob a menor densidade de 45.000 sementes.ha⁻¹. Não houve efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no rendimento de óleo dos aquênios de girassol e nos índices de colheita de massa de matéria seca e nutrientes.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., qualidade fisiológica, análise de crescimento, nitrogênio, fósforo potássio, cálcio.

ABSTRACT

BRAZ, Madelon Rodrigues Sá. **Sunflower seeds production and quality affected by sowing density and seeds vigour**. 2009. 86p. Tese (Doctor Science) Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

The objective of this work was to compare different procedures of the accelerated aging and controlled deterioration tests to evaluate sunflowers achenes vigour, correlate the results of tests conducted in the laboratory with the emergence of sunflower seedlings in the field, evaluate the influence of sunflower achenes vigour on the seedlings establishment and plant performance, evaluate the effect of achenes vigour and sowing density on the sunflower plants growth, evaluate the effect of achenes vigour and sowing density on the nutrients of accumulation and the oil of yield in sunflower plants. For this were installed six experiments. The results showed that the accelerated aging test and controlled deterioration were efficient to classification the sunflowers achenes lots. Under adverse conditions, the achene vigour evaluated by accelerated aging, controlled deterioration and electrical conductivity presented a higher correlation with sunflower plant emergence in field. Sunflower achene vigour improved the development of plants beyond 60 DAS and this effect may persist until the final production, at initial population ausence. Plants originated from smaller achenes vigour showed the lower total dry matter and leaf area index to 80 and 100 DAS, as well as lower culture growth rate in the period from 60 to 100 DAS. The plants conducted under the lower density had higher total dry matter and leaf area index at 40 and 60 DAS, as well as higher culture growth rate and relative growth rate in the period from 20 to 40 DAS. To the 60 days, at flowering high accumulation of dry mater, N, P K and Ca in stem, leaves and total at density of 45,000 seeds.ha⁻¹. The sunflower achenes oil yield and dry mater and nutrients harvest index not affected by the achenes vigour and sowing density to

Key words: *Helianthus annuus* L., physiological quality, growth analysis, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
1.2 Objetivos Gerais	3
1.3 Referências Bibliográficas	3
2 CAPÍTULO I. TESTES DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA NA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE AQUÊNIOS DE GIRASSOL	6
2.1 Resumo	7
2.2 Abstract	8
2.3 Introdução	9
2.4 Material e Métodos	10
2.5 Resultado e Discussão	12
2.6 Conclusões	17
2.7 Referências Bibliográficas	18
3 CAPÍTULO II. CORRELAÇÃO ENTRE TESTES PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE AQUÊNIOS DE GIRASSOL E A EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS EM CAMPO	20
3.1 Resumo	21
3.2 Abstract	22
3.3 Introdução	23
3.4 Material e Métodos	24
3.5 Resultado e Discussão	26
3.6 Conclusões	29
3.7 Referências Bibliográficas	30
4 CAPÍTULO III. ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS E DESEMPENHO DE PLANTAS EM RESPOSTA AO VIGOR DOS AQUÊNIOS DE GIRASSOL	32
4.1 Resumo	33
4.2 Abstract	34
4.3 Introdução	35
4.4 Material e Métodos	36
4.5 Resultado e Discussão	38
4.6 Conclusões	42
4.7 Referências Bibliográficas	43
5 CAPÍTULO IV. CRESCIMENTO DE PLANTAS DE GIRASSOL INFLUENCIADO PELO VIGOR DOS AQUÊNIOS E PELA DENSIDADE DE SEMEADURA	46
5.1 Resumo	47
5.2 Abstract	48
5.3 Introdução	49
5.4 Material e Métodos	50
5.5 Resultado e Discussão	51
5.6 Conclusões	58
5.7 Referências Bibliográficas	59

6 CAPÍTULO V. ACÚMULO DE NUTRIENTES E RENDIMENTO DE ÓLEO EM PLANTAS DE GIRASSOL INFLUENCIADOS PELO VIGOR DOS AQUÊNIOS E PELA DENSIDADE DE SEMEADURA	61
6.1 Resumo	62
6.2 Abstract	63
6.3 Introdução	64
6.4 Material e Métodos	65
6.5 Resultado e Discussão	66
6.6 Conclusões	75
6.7 Referências Bibliográficas	76
7 CONCLUSÕES GERAIS	78

1 INTRODUÇÃO GERAL

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma eudicotiledônea anual da família Asteraceae (JUDD et al., 1999), que tem como centro de origem o Sudoeste dos Estados Unidos e Norte do México e que foi introduzido posteriormente na Europa e dispersado pelo mundo (TOMAZELA et al., 2008). Esta espécie destaca-se como a quinta oleaginosa em produção de grãos e a quarta em produção de óleo no mundo (ESTADOS UNIDOS, 2008).

No Brasil, os primeiros cultivos ocorreram na época da colonização da Região Sul (pelos colonos europeus), no final do século XIX (DALL'AGNOL et al., 2005). Atualmente, tem sido cultivado nos estados de Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná, num total de 75,4 mil hectares de área cultivada, com produção de 106,1 mil toneladas de aquênios (CONAB, 2008).

O girassol é uma cultura que apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônômico, tais como, ciclo curto, que varia de 90 a 130 dias após a semeadura, dependendo da cultivar, da época de semeadura e das condições ambientais (CASTRO et al., 1996). Seu sistema radicular é pivotante com grande conjunto de raízes secundárias, que em plantas adultas e em solos sem impedimentos químicos e físicos, podem alcançar até dois metros de profundidade (COX & JOLLIFF, 1986). O caule é ereto, cilíndrico e sem ramificações, com altura variando de 60 a 220 cm, diâmetro de 1,8 a 5 cm e possuindo entre 12 e 40 folhas por planta. A inflorescência é chamada de capítulo e é formada no ápice do caule, onde ocorre um alongamento discóide formando o receptáculo que sustenta as flores (TOMAZELA et al., 2008). Apresenta dois tipos de flores: as liguladas, que são estéreis, de cor amarela e situam-se na parte externa do capítulo e as tubulares, que são férteis e ocupam todo o centro do capítulo, sendo limitada pelas liguladas (CASTRO & FARIAS, 2005). Os frutos são secos, indeiscentes e chamados de aquênios. Os aquênios são compostos pelo pericarpo do fruto e pela semente (TOMAZELA et al., 2008).

De acordo com Schneiter & Miller (1981), o desenvolvimento do girassol é dividido em duas etapas, sendo uma vegetativa (V) e uma reprodutiva (R). O período vegetativo começa com a emergência das plântulas (VE) e termina com o início do aparecimento da inflorescência (R1), sendo: VE – primeiro par de folhas verdadeiras maiores que 4,0cm de comprimento; V(n) – \underline{n} como sendo o número de folhas com no mínimo 4,0cm de comprimento.

Já o período reprodutivo começa com o aparecimento da inflorescência (R1) e termina com a maturidade fisiológica da planta (R9), sendo: R1 – a inflorescência, circundada pela bráctea, torna-se visível; R2 – o internódio abaixo da base da inflorescência alonga-se de 0,5 a 2,0cm, acima da folha mais próxima da inflorescência; R3 – o internódio continua a se alongar distendendo mais de 2,0cm; R4 – a inflorescência começa a se abrir e as flores liguladas tornam-se visíveis; R5 – início da antese, onde 100 % das flores liguladas estão expandidas e 50 % das flores tubulares em antese; R6 – antese completa, onde 100 % das flores liguladas perdendo a turgidez e 100 % das flores tubulares em antese; R7 – dorso do capítulo torna-se amarelo-claro; R8 – dorso do capítulo torna-se amarelo com alguns pontos castanhos e R9 – o dorso do capítulo torna-se castanho - maturidade fisiológica.

Quanto às exigências climáticas, segundo Castro & Farias (2005), as condições ideais de temperatura do ar para o estabelecimento das plantas, são entre 20 e 25°C. Já a necessidade hídrica varia de 0,6 mm.dia⁻¹ na fase de semeadura até 8 mm.dia⁻¹ na floração e enchimento dos aquênios, podendo atingir um total de 200 a 900 mm durante todo o ciclo.

Segundo Aguiar (2001), o girassol requer solos férteis, profundos, com boa drenagem e boas quantidades de N, P e K para obter altos rendimentos. Para Sfredo et al. (1984), a

exigência nutricional é variável com o ciclo do girassol, mas tanto para macro como para micronutrientes, acompanha a taxa de acumulação de matéria seca durante o estágio vegetativo até o final da floração. A primeira fase, dos 28 aos 56 dias após a emergência, apresenta um rápido aumento na exigência nutricional, o que caracteriza uma velocidade de absorção de nutrientes crescente. Dos 56 aos 84 dias, ocorre a diminuição gradativa da velocidade de absorção de nutrientes, quando se atingem na média os níveis máximos de acúmulo. Ao final do ciclo da cultura, as atividades metabólicas são drasticamente reduzidas e acelera-se o processo de senescência das folhas, até as plantas atingirem a fase de maturidade fisiológica (R9) (CASTRO & OLIVEIRA, 2005).

No que diz respeito ao seu potencial de aproveitamento econômico, seus aquênios, apresentam potencial nutritivo bastante elevado na alimentação humana (SMIDERLE, 2004), podendo ainda ser utilizado como alimentação para aves (SILVA & PINHEIRO, 2005). Além disso, seus aquênios são usados para extração de óleo de alta qualidade para o consumo humano e o subproduto pode ser usado como ração (AGUIAR, 2001). Suas hastes e folhas podem ser usadas como adubo verde e para silagem (AMABILE et al., 2002). Outra particularidade importante é a utilização deste óleo do girassol como biodiesel, pois o teor de óleo nos aquênios está em torno de 45% (LAZAROTTO et al., 2005). No Rio de Janeiro, com a instituição do programa RioBiodiesel (Decreto Estadual nº37.927), tanto a região Norte (ANDRADE, 2006), como a região Sul Fluminense (ORGADEM, 2008), vem revelando a possibilidade do cultivo do girassol com a finalidade de subsidiar futuros programas do governo do estado para a produção de biodiesel.

Para que se possam comercializar os aquênios de girassol destinados à semeadura, estes devem apresentar padrão mínimo de germinação de 75% (BRASIL, 2005). Como em outras culturas, a utilização de sementes de qualidade é fundamental para o estabelecimento das plântulas em campo. Assim, para análise da qualidade de sementes, tem sido empregado o teste de germinação. No entanto, há necessidade de complementar as informações fornecidas por este teste com as obtidas por outros testes, tais como os de vigor, possibilitando a seleção dos melhores lotes para comercialização e para semeadura (ALBUQUERQUE et al., 2001). Além disso, de acordo com Rodo et al. (2000), nem sempre há correlação do teste de germinação com o realizado em condições de campo, o que conduz à superestimativa de qualidade.

Dentre os testes utilizados para avaliação do vigor, o de envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendados para várias espécies (PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 2001), assim como o teste de deterioração controlada (KRZYZANOWSKI & VIEIRA, 1999). Segundo Albuquerque et al. (2001), dentre outros testes de vigor em aquênios de girassol, têm sido empregados os de condutividade elétrica e o de lixiviação de potássio. No entanto, ambos não têm sido eficientes na avaliação de genótipos desta espécie.

Além disso, segundo Ellis (1992), o vigor das sementes pode influenciar o rendimento das culturas. Para Schuch & Lin (1982), os efeitos do vigor das sementes sobre o rendimento de sementes em culturas anuais, normalmente estão associados com densidades populacionais em níveis subótimos.

Admitindo-se que sementes provenientes de diferentes níveis de vigor e densidades populacionais podem propiciar alterações no crescimento e na produtividade, a demanda de avaliações que considere tais variações torna-se importante. Assim, a análise de crescimento torna-se fundamental, pois descreve as condições morfológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade (BENINCASA, 2003).

1.1 Objetivos Gerais

- 1- Analisar a eficiência dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de lotes de aquênios de girassol.
- 2- Correlacionar os resultados dos testes conduzidos no laboratório com a emergência das plântulas de girassol em campo.
- 3- Avaliar a influência do vigor de aquênios de girassol no estabelecimento das plântulas e no desempenho das plantas.
- 4- Verificar a influência do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no crescimento de plantas de girassol.
- 5- Avaliar o efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no acúmulo de nutrientes e no rendimento de óleo em plantas de girassol.

1.2 Referências Bibliográficas

- AGUIAR, R.H. **Avaliação do girassol durante o armazenamento, para uso como sementes ou para extração de óleo.** 2001, 63p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP.
- ANDRADE, W.E. de B. **Viabilidade técnica do cultivo de oleaginosas no Norte Fluminense.** A experiência da Pesagro-Rio. Pesagro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2006. 47p.
- ALBUQUERQUE, M.C. de F. et al. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.1-8, 2001.
- AMABILE, R.F. et al. Girassol como alternativa para o sistema de produção do cerrado. EMBRAPA, 2002, 2p. (Circular Técnica)
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: UNESP, 2003. 41p.
- BRASIL. Instrução Normativa nº25, de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 dez. 2005.
- CASTRO, C. de & FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de; **Girassol no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.
- CASTRO, C. de & OLIVEIRA, F.A. de; Nutrição e adubação do girassol In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de; **Girassol no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.
- CASTRO, C. de et al. A cultura do girassol. Londrina: EMBRAPA/CNPS, 1996. 38p. (Circular Técnica, 13).

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

COX, W.J. & JOLLIFF, G.D. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.1, p.226-230, 1986.

DALL'AGNOL, A. et al. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de; **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.

ELLIS, R.H. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, v.11, n.1, p.249-255, 1992.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds**. World markets and trade. Washington, 2008. 34p. (Circular Series, FOP 2-08).

JUDD, W.S. et al. **Plant systematics: Phylogenetic Approach**. Sinauer Associates. Inc, Sunderland, 1999, 464p.

LAZZAROTTO, J.J. et al. Agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.15-42.

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

PANOBIANCO, M. & MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531b, 2001.

RODO, A.B. et al. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p. 289-292 ,2000.

SCHNEITER, A.A. & MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, p.901-903, 1981

SCHUCH, L.O.B & LIN, S.S. Efeito do envelhecimento rápido sobre o desempenho de sementes e de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8, p.1163-1170, 1982.

SFREDO, G.J. et al. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Londrina, Embrapa-CNPSO, 1984. 36p.

SILVA, C.A. de & PINHEIRO, J.W. Girassol na alimentação de suínos e aves. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de; **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.

SMIDERLE, O.J. O girassol como opção de combustível. **Escala Rural**. Ano IV, n.29,p.20-21, 2003/2004.

TOMAZELA, A.L. et al. Girassol. In: CASTRO, P.R.C. et al. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia dos cultivos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2008, 92-112p.

2 CAPÍTULO I

TESTES DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E DETERIORAÇÃO CONTROLADA NA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE AQUÊNIOS DE GIRASSOL

2.1 RESUMO

Os testes de vigor têm sido desenvolvidos para diferenciar os lotes de sementes devido as limitações impostas pelo teste de germinação. O objetivo do trabalho foi analisar a eficiência dos testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de lotes de aquênios de girassol. Para isto, cinco lotes de aquênios (sementes com o pericarpo) de girassol, da cultivar Catissol 01 foram submetidos à determinação do teor de água e à avaliação da qualidade fisiológica, empregando os testes de germinação e vigor (primeira contagem, teste de frio, condutividade elétrica, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado pelos sistemas tradicional e com solução saturada de NaCl a 42°C por 48, 72, 96 horas e, deterioração controlada com teor inicial de água de 15, 20, 25% por 48, 72, 96 horas a 42°C). Os resultados permitiram concluir que o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl por 96 horas foi eficiente para classificar os lotes de aquênios de girassol. As combinações de 20% de água nos aquênios por 72 horas de exposição e de 25% de água nos aquênios por 48 e 72 horas de exposição permitem classificar os lotes de aquênios de girassol.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., controle de qualidade, testes de vigor.

2.2 ABSTRACT

The vigour tests were developed to detect differences of seeds lots owing to limitations the germination test. This study was conducted to compare different procedures of the accelerated aging and controlled deterioration tests to evaluate sunflowers seed vigour. Five lots of sunflower achenes (seeds with pericarp) cv. Catissol 01 were submitted to the water content test and to the evaluation of physiological quality using by germination and vigour test (first count, cold test, electrical conductivity, seedling emergence and speed of emergence index, accelerated aging with tradicional system and saturated solution of NaCl, at 42°C for 48, 72, 96 hours and controlled deterioration with 15, 20, 25% water content for 48, 72, 96 hours at 42°C). The results showed that the accelerated aging test with use of saturated solution of NaCl for 96 hours was efficient to classification the sunflowers achenes lots. The combinations of 20% water in the achenes for 72 hours and the combination of 25% water in the achenes for 48 and 72 hours was efficient to classification the sunflowers achenes lots.

Key words: *Helianthus annuus* L., quality control, vigour tests.

2.3 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) destaca-se como a quinta oleaginosa em produção de grãos e a quarta em produção de óleo no mundo (ESTADOS UNIDOS, 2008). O estabelecimento da cultura se dá pela população de plantas provenientes de sementes com pericarpo (aquênios). Para a aquisição, as sementes devem apresentar o padrão mínimo de germinação de 75% (BRASIL, 2005). O teste de germinação, usado como rotina para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente (MARCOS FILHO, 1999a). No entanto, no campo, as sementes podem estar sujeitas às situações adversas, como temperatura inadequada, excesso ou deficiência hídrica, microrganismos, e com isso nem sempre há correlação entre os testes de germinação com a emergência de plântulas em campo, o que conduz a uma superestimativa de qualidade (RODO et al, 2000). Assim, devido às limitações impostas pelo teste de germinação, no sentido de diferenciar os lotes de sementes, vêm sendo desenvolvidos os testes de vigor (MARCOS FILHO, 1999a).

Foi constatado que dentre os métodos empregados para avaliação do vigor, os de condutividade elétrica e o de lixiviação de potássio não têm sido eficientes na avaliação de genótipos de girassol, quando correlacionados com a emergência de plântulas em campo (ALBUQUERQUE et al., 2001). No entanto, outros testes de vigor vêm sendo estudados e recomendados para várias espécies. Adamo et al. (1984) verificaram que o teste de envelhecimento acelerado, a 42 °C, por 48 horas, foi adequado para avaliar o vigor das sementes desta espécie. No entanto, para Zelener et al. (1990), os períodos ideais devem ser de 72 e 96 horas a 42 °C, para obter correlação positiva com a emergência de plântulas em campo. Além disso, na literatura há trabalhos com a proposta de alteração da metodologia de teste de envelhecimento acelerado, visando o controle de absorção de água, com o uso de solução saturada na câmara de exposição. Em soja, Marcos Filho et al. (2000) e em amendoim, Rossetto et al. (2004) constataram que o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada foi eficiente em avaliar o potencial fisiológico das sementes. Por outro lado, diferenças no vigor de lotes de sementes também têm sido detectadas pelo teste de deterioração controlada. Em soja, Rossetto & Marcos Filho (1995) verificaram que o teste de deterioração controlada em comparação ao de envelhecimento acelerado, apresenta-se menos drástico, pois causa menor germinação das sementes.

O objetivo do trabalho foi analisar a eficiência dos testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada na avaliação do vigor de lotes de aquênios de girassol.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com cinco lotes de aquênios (sementes com o pericarpo do fruto) de girassol (*Helianthus annuus* L.), da cultivar Catissol 01, provenientes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do Estado de São Paulo (CATI-SP). Após o recebimento, os aquênios foram armazenados por dois meses a 17 °C e 50% de umidade relativa do ar - UR. As amostras de cada lote foram submetidas à determinação do teor de água e da avaliação da qualidade fisiológica empregando os testes de germinação e vigor. O teor de água foi realizado a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, utilizando-se quatro subamostras de 25 aquênios (BRASIL, 1992).

O teste de germinação foi realizado com quatro subamostras de 50 aquênios, utilizando substrato de papel tipo germitest, umedecido com água destilada e mantidos a 20-30°C, na ausência de luz. As avaliações foram realizadas aos quatro e 10 dias (BRASIL, 1992). Em conjunto com o teste de germinação, foi realizado o teste de primeira contagem (NAKAGAWA, 1999).

Para o teste de frio, os aquênios foram mantidos por sete dias a 10°C na ausência de luz (MURCIA et al., 2001). Posteriormente, foi realizado o teste de germinação a 20-30°C. As avaliações foram realizadas aos quatro e 10 dias (BRASIL, 1992).

O teste de condutividade elétrica foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes que primeiramente foram submetidas à remoção do pericarpo (ALBUQUERQUE et al., 2001). Em seguida, estas sementes foram imersas em 75 mL de água destilada e deionizada, durante 24 horas a 25 °C (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). Para a leitura, foi utilizado o aparelho da marca Meinsberg Conductivity Meter LF 37.

Para o teste de envelhecimento acelerado, 240 aquênios de cada lote foram dispostos em camada única, sobre tela de alumínio no interior de caixas plásticas do tipo gerbox, contendo no fundo 40 mL de água destilada ou de solução de NaCl (40%). As caixas foram mantidas em câmara a 42 °C, por 48 (ADAMO et al., 1984), 72 e 96 horas (ZELENER et al., 1990). Após o período de exposição, foram realizadas a determinação do teor de água (BRASIL, 1992) e a instalação do teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada aos quatro dias após a instalação do teste (MARCOS FILHO, 1999b).

Para o teste de deterioração controlada, primeiramente as amostras de aquênios de cada lote foram subdivididas em três subamostras, visando ajustar o teor de água para 15, 20 e 25%, através do método do substrato úmido (ROSSETTO et al., 2004). Após atingirem o teor de água desejado, os aquênios foram acondicionados em recipientes de vidro e mantidos a 10 °C por 12 horas (SANTOS et al., 2003). No final deste período, os aquênios foram submetidos a determinação do teor de água e acondicionados em embalagens de alumínio, previamente seladas. Estas embalagens foram mantidas a 42 °C, em aparelho “Banho Maria”, por 48, 72 e 96 horas. Após o período de exposição, as embalagens seladas foram imersas em água por 30 minutos, e, em seguida, foram realizadas a determinação do teor de água (BRASIL, 1992) e a instalação do teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada aos quatro dias após a instalação do teste (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de emergência de plântula em areia foi instalado com quatro subamostras de 50 aquênios de cada lote, que foram distribuídos em caixas plásticas contendo 7 kg de areia lavada, esterilizada e umedecida com água destilada (BRASIL, 1992). As caixas foram mantidas em ambiente sem controle. As avaliações foram realizadas aos 10 dias (NAKAGAWA, 1999).

Para o teste de emergência de plântula em campo, foram utilizados quatro subamostras de 100 aquênios de cada lote, que foram distribuídos em quatro linhas de cinco metros. A

instalação do teste foi realizada em solo classificado como Planossolo. Foram realizadas contagens diárias no período de 21 dias, visando obter a porcentagem de plântulas emergidas. Conjuntamente foi realizado o cálculo do índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância após terem sido realizados os testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett (RIBEIRO JUNIOR, 2001). As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Realizou-se, também, a análise de correlação simples de Pearson os resultados dos testes de vigor.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise da Tabela 1, foi constatado que os dados referentes ao teor de água dos aquênios foram semelhantes para os cinco lotes estudados. Este fato é importante na execução dos testes de vigor para a padronização das avaliações, pois de acordo com Marcos Filho (2005), as sementes mais úmidas são mais sensíveis e sujeitas a uma deterioração mais intensa. Pelos testes de germinação e de emergência de plântulas em areia, foram constatados que não houve diferença no desempenho entre os cinco lotes de aquênios de girassol. No entanto, pelo teste de emergência das plântulas em campo, quando as condições ambientais foram menos favoráveis à germinação desta espécie (temperatura média de 32 °C, ausência de precipitação pluvial após a semeadura e 206 mm entre o 8º e o 16º dia após a instalação do teste), observou-se que houve comportamento distinto entre os lotes, destacando a superioridade do lote 4 e diferindo do resultado observado pelo teste de germinação. Para Freitas et al. (2000), quando as condições de campo são favoráveis, os resultados do teste de germinação apresentam alta relação com a emergência em campo.

Tabela 1. Teor de água (%), germinação (%), primeira contagem de germinação (%), frio (%), condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm.g}^{-1}$), emergência em areia (%), emergência em campo (%) e índice de velocidade de emergência, obtidos de cinco lotes de aquênios de girassol.

Lotes	Teor de água	Germinação	Primeira Contagem	Teste de Frio
1	5,7a ¹	83a	75ab	69ab
2	5,8a	81a	68b	77a
3	6,1a	86a	78a	68ab
4	6,0a	86a	78a	79a
5	6,5a	80a	73ab	61b
CV(%)	3,70	3,56	4,38	6,66
	Condutividade Elétrica	Emergência em Areia	Emergência em Campo	Índice de Velocidade de Emergência
1	34,87b	94a	78ab	12,1bc
2	32,26ab	96a	77ab	9,3d
3	40,38b	94a	80ab	10,6cd
4	26,03a	98a	83a	13,7a
5	37,62b	94a	75b	12,4ab
CV(%)	11,59	7,07	4,27	5,99

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

O teste de frio permitiu classificar o lote 4 como o de melhor qualidade e o lote 5 como de qualidade inferior (Tabela 1). Além disso, classificou os lotes 1 e 3 como de qualidade intermediária. Resultados semelhantes foram observados para o teste de emergência de plântulas em campo. No entanto, pelos testes de primeira contagem e IVE foi possível classificar o lote 4 como de melhor qualidade e o lote 2 como de pior qualidade. Quando foram avaliados os aquênios sem o pericarpo (sementes), no teste de condutividade elétrica, foi observado somente a superioridade do lote 4, a inferioridade do lote 5 e o nível intermediário do lote 2, como constatado pelo teste de frio e emergência das plântulas em campo.

Albuquerque et al. (2001) e Longo et al. (1999) também constataram eficiência do teste de condutividade desta espécie após a remoção do pericarpo, uma vez que esta estrutura, sendo lignificada é capaz de produzir um aumento da condutividade, prejudicando a avaliação.

Pelos resultados do teste de envelhecimento acelerado, empregando o sistema tradicional (Tabela 2), pode-se verificar que não houve diferença no desempenho entre os cinco lotes quando foi empregado o período de 72 horas. No entanto, empregando o período de 96 horas os lotes 1, 3 e 4 apresentaram os melhores desempenhos e os lotes 2 e 5 de piores desempenhos. Com relação à condução do teste de envelhecimento acelerado com o uso da solução salina (Tabela 2), foi observado que sob o período de 96 horas, foi possível destacar o lote 4 como superior, o lote 5 como inferior e, os lotes 1, 2 e 3 como intermediários. Estes resultados são semelhantes aos do teste de emergência das plântulas em campo (Tabela 1). No procedimento tradicional do teste de envelhecimento acelerado (100% UR), houve uma variação entre os valores máximos e mínimos do teor de água dos aquênios de 3,7% após a exposição de 72 horas e de 4,0% após 48 e 96 horas. No entanto, de acordo com Marcos Filho (1999), estas variações até o limite máximo de 4,0% entre as amostras são toleráveis e não comprometem o resultado do teste. Por outro lado, com o emprego da solução salina, foram observados valores menores e mais uniformes do teor de água, revelando que o uso da solução salina conseguiu retardar a absorção de água dos aquênios. Para Marcos Filho et al. (2001), as condições de envelhecimento com o uso de solução salina promoveram efeitos menos drásticos em relação ao normalmente verificado com o uso do método tradicional.

Tabela 2. Plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação (%) e de teor de água (%), obtidos de cinco lotes de aquênios de girassol, após terem sido submetidos ao envelhecimento acelerado (sistema tradicional e com solução salina) por períodos de 48, 72 e 96 horas.

Lotes	Sistema tradicional (100% UR)			Solução salina (76% UR)		
	48h	72h	96h	48h	72h	96h
Plântulas Normais						
1	58ab ¹	23a	34a	61ab	40a	41ab
2	54ab	47a	20b	67a	58a	52ab
3	47b	47a	33a	40c	40a	40ab
4	64a	46a	33a	69a	53a	60a
5	54ab	23a	17b	52b	27a	32b
CV(%)	9,97	30,06	19,22	10,07	33,27	21,85
Teor de Água						
1	15,5a	26,3a	26,4a	6,6c	7,1b	7,2ab
2	16,0a	22,6ab	27,7a	6,7b	7,2ab	6,9b
3	14,3ab	25,2ab	25,9ab	7,1b	7,2ab	7,5ab
4	12,2b	22,9b	23,7b	6,9b	7,1b	7,1b
5	16,2a	25,2ab	26,5a	7,4a	7,9a	7,9a
CV(%)	8,64	6,49	5,21	1,93	5,11	5,05

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

O teste de deterioração controlada (Tabela 3), empregando a combinação de 72 horas de exposição com aquênios com teor inicial de água de 20%, classificou o lote 4 como superior, o 5 como inferior e os lotes 1 e 2 como intermediários. Estes resultados são

semelhantes aos do teste de emergência de plântulas (Tabela 1) e aos do teste de envelhecimento com o uso da solução salina (Tabela 2), quando se refere principalmente ao teste de emergência das plântulas provenientes dos lotes de qualidade superior e inferior. No entanto, quando se refere a separar os lotes de qualidade intermediária, pode-se verificar que o lote 2 apresentou melhor comportamento como destacado pelo teste de frio e pelo de condutividade elétrica (Tabela 1). Assim, classificou o lote 4 como superior, o lote 5 como inferior e, os lotes 1, 2 e 3 como de qualidade intermediária.

Tabela 3. Plântulas normais na primeira contagem (%) e de teor de água (%), obtido de cinco lotes de aquênios de girassol, após terem sido submetidas ao teste de deterioração controlada, por períodos de 48, 72 e 96 horas, com sementes com teor inicial de água de 15, 20 e 25%.

Lotes	15%			20%			25%		
	48h	72h	96h	48h	72h	96h	48h	72h	96h
Plântulas Normais									
1	58a ¹	65a	48a	46ab	63ab	55a	34b	54b	52a
2	59a	53bc	50a	54ab	61ab	48a	30bc	45bc	48a
3	31a	52cd	49a	31b	53bc	48a	20bc	35c	26b
4	56a	63ab	51a	59a	69a	45a	57a	65a	50a
5	47a	42d	35b	31b	47c	24b	13c	20d	11b
CV(%)	30,22	8,42	8,26	23,90	8,66	12,08	25,18	10,42	12,77
Teor de Água									
1	14,6b	15,0a	15,4a	19,4a	20,1a	19,6a	25,2a	25,1ab	25,0ab
2	14,3b	14,5a	14,3a	20,1a	20,0a	19,6a	25,1a	24,6a	25,1a
3	15,6a	15,0a	14,4a	19,5a	19,1a	20,0a	24,6a	25,5b	24,1b
4	15,6a	14,0a	15,1a	19,7a	19,3a	20,2a	23,1a	24,3a	24,7ab
5	15,0ab	15,1a	15,0a	20,1a	20,2a	20,1a	24,1a	24,9ab	25,2a
CV(%)	2,96	4,78	4,87	2,83	2,86	3,09	2,94	1,88	1,65

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

Com relação aos dados referentes ao teor de água dos aquênios após o período de exposição ao teste de deterioração controlada (Tabela 3), pode-se observar que os aquênios mantiveram-se aproximadamente o mesmo teor de água, em relação a do início do teste. Também, Panobianco & Marcos Filho (2001) citam que o teste de deterioração controlada incorpora melhor o controle do teor de água da semente e da temperatura durante a deterioração.

Houve correlação significativa entre o teste de emergência das plântulas em campo com o de condutividade elétrica das sementes (aquênios sem o pericarpo), o de envelhecimento acelerado pelo sistema salino por 96 horas e o de deterioração controlada (20%/72 horas) (Tabelas 4 e 5). Estes resultados estão de acordo com os resultados observados para sementes de canola (ÁVILA et al., 2005) e para soja (TEKRONY & EGLI, 1977).

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os resultados de deterioração controlada (DC) em relação aos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio (TF), emergência em areia (A), emergência em campo (EC) e índice de velocidade de emergência (IVE).

	G	PC	TF	A	EC	IVE
DC-15%/48h	-0,037	0,049	0,223	-0,070	-0,342	0,234
DC-15%/72h	0,348	0,247	0,410 *	0,122	0,232	0,296
DC-15%/96h	0,351	0,065	0,629 **	0,161	0,519 **	-0,198
DC-20%/48h	0,275	0,021	0,553 **	0,647 **	0,170	0,131
DC-20%/72h	0,223	0,077	0,567 **	0,126	0,440 *	0,175
DC-20%/96h	0,314	0,083	0,399 *	0,158	0,423 *	-0,234
DC-25%/48h	0,300	0,186	0,570 **	0,487 *	0,593 **	0,403 *
DC-25%/72h	0,355	0,156	0,636 **	0,276	0,616 **	0,311
DC-25%/96h	0,315	-0,022	0,641 **	0,306	0,374 *	-0,001
G	-	0,699 **	0,233	0,328	0,405 *	0,126
PC	-	-	-0,082	0,004	0,251	0,448 *
TF	-	-	-	0,337	0,481 *	-0,171
A	-	-	-	-	0,279	0,059
EC	-	-	-	-	-	0,217
IVE	-	-	-	-	-	-

** significativo a 1%, e * significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os resultados de deterioração controlada (DC), de germinação (G), de primeira contagem (PC), de teste de frio (TF), de emergência em areia (A), de emergência em campo (EC) e de índice de velocidade de emergência (IVE), em relação aos testes de condutividade elétrica (CE) e de envelhecimento acelerado (EA).

	CE	EA- 48h/H ₂ O	EA- 72h/H ₂ O	EA- 96h/H ₂ O	EA- 48h/NaCl	EA- 72h/NaCl	EA- 96h/NaCl
DC- 15%/48h	-0,499*	0,268	0,205	-0,012	0,650**	0,311	0,321
DC- 15%/72h	-0,360	0,554*	0,228	0,622**	0,493	0,380	0,457*
DC- 15%/96h	-0,417*	0,165	0,459*	0,433*	0,192	0,308	0,383*
DC- 20%/48h	-0,853**	0,593**	0,100	-0,061	0,582**	0,273	0,304
DC- 20%/72h	-0,423*	0,513*	0,486*	0,460*	0,703**	0,647**	0,736**
DC- 20%/96h	-0,186	-0,028	0,127	0,505*	0,154	0,315	0,242
DC- 25%/48h	-0,672**	0,556*	0,289	0,426*	0,567*	0,397*	0,574**
DC- 25%/72h	-0,587**	0,528**	0,459*	0,556**	0,605**	0,485*	0,623**
DC- 25%/96h	-0,593**	0,434*	0,317	0,439*	0,648*	0,430*	0,459*
G	-0,294	-0,052	-0,049	0,505*	-0,093	0,089	0,061
PC	-0,151	0,028	-0,098	0,389*	-0,164	0,005	0,035
TF	-0,609**	0,434*	0,473*	0,137	0,363	0,305	0,522*
A	-0,559**	0,350	-0,107	-0,189	0,217	0,046	0,056
EC	-0,479*	0,201	0,186	0,449*	0,043	0,174	0,416*
IVE	-0,314	0,427*	-0,083	0,262	0,268	-0,061	0,097
CE	-	-0,568**	-0,162	-0,014	-0,591**	-0,173	-0,366

** significativo a 1%, e * significativo a 5% de probabilidade.

2.6 CONCLUSÕES

O teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl por 96 horas foi eficiente para classificar os lotes de aquênios de girassol.

As combinações de 20% de água nos aquênios por 72 horas de exposição e de 25% de água nos aquênios por 48 e 72 horas de exposição no teste de deterioração controlada permitem classificar os lotes de aquênios de girassol.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMO, P.E. et al. Comportamento germinativo de sementes de girassol submetidas ao teste de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 6, n.3, p.15-20, 1984.

ALBUQUERQUE, M.C.de F. et al. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.1-8, 2001.

ÁVILA M.R. et al. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.62-76, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

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

DIAS, D.C.F.S. et al. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 3, p.444-451, 1997.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds**. World markets and trade. Washington, 2008. 34p. (Circular Series, FOP 2-08).

FREITAS, R.A. de. et al. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de algodão e a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n.1, p.97-103, 2000.

LONGO, O. et al. Efecto de la presencia de pericarpo sobre los valores de conductividad en semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) com diferentes niveles de deterioro. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.9, n.1/2, p.149, 1999.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, New York, v.2, p.176-177, 1962.

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

MARCOS FILHO, J. et al. Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.421-426, 2001.

MARCOS FILHO, J. et al. Tamanho das sementes e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.473-482, 2000.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. p.1.1-1.20.

- MARCOS FILHO, J. Testes de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. p.3.1-3.21.
- MURCIA, M. et al. Vigor de semillas y emergência a campo de girassol (*Helianthus annuus* L.) em siembras anticipadas em el sudeste de la província de Buenos Aires (Argentina). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.263-267, 2001.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.21.
- PANOBIANCO, M. & MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises Estatísticas no SAEG**. 19.ed. Viçosa: UFV, 2001. 301p.
- RODO, A.B. et al. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p. 289-292, 2000.
- ROSSETTO, C.A.V. et al. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em semente de amendoim. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.795-801, 2004.
- ROSSETTO, C.A.V. & MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.123-131, 1995.
- SANTOS, C.M. et al. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.28-35, 2003.
- TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship between laboratory índices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, Madison, v.17, n.4, p.573-577, 1977.
- VIEIRA, R.D. & KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4,1-4,26.
- ZELENER, N. et al. Prueba de invecimiento acelerado en girasol (*Helianthus annuus* L.) e interpretación de sus resultados. In: **Seminario Panamericano de Semillas**, 13, Guatemala, 20/24. 1990. Acta. Guatemala:FELAS, 1990. s.p.

3 CAPÍTULO II

CORRELAÇÃO ENTRE TESTES PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE AQUÊNIOS DE GIRASSOLE E A EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS EM CAMPO

3.1 RESUMO

A capacidade do teste de germinação para estimar o potencial de emergência de plântulas no campo diminui à medida que as condições do ambiente são desfavoráveis. No entanto, diferentes testes de vigor têm sido utilizados para identificar os lotes de sementes que apresentam melhor desempenho nestas situações. O objetivo deste trabalho foi correlacionar os resultados dos testes de vigor conduzidos no laboratório com o teste de emergência das plântulas de girassol em campo. Para isto, cinco lotes de aquênios de girassol da cultivar Embrapa 122 V2000 foram submetidos aos testes de germinação e vigor (primeira contagem, classificação de plântulas, teste de frio, condutividade elétrica, emergência de plântulas em areia e em campo, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e deterioração controlada). Em condições adversas, a emergência das plântulas de girassol em campo apresentou maior correlação com o vigor, avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado, de deterioração controlada e de condutividade elétrica.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., estabelecimento, vigor.

3.2 ABSTRACT

The capacity of germination test to estimate the potential for seedlings emergence in the field decreases when the environmental conditions are unfavourable. However, different vigour tests have been used to identify the seed lots that have better perform in these situations. The objective in this work was to correlate the results of vigour tests conducted in the laboratory with the emergence of sunflower seedlings in the field. For this, five lots of achenes sunflower cultivar Embrapa 122 V2000 were submitted to the germination and vigour tests (first count, classification of seedlings, cold test, electrical conductivity, seedling emergence in sand and in the field, speed of emergence index, accelerated aging and controlled deterioration). Under adverse conditions, the seed vigour evaluated by accelerated aging, controlled deterioration and electrical conductivity presented a higher correlation with sunflower plant emergence in field.

Key-words: *Helianthus annuus* L., establishment, vigour

3.3 INTRODUÇÃO

O Brasil produziu 106,1 mil toneladas de aquênios (sementes com o pericarpo do fruto) de girassol numa área de 75,4 mil hectares (CONAB, 2008), nos Estados de Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná (LAZZAROTTO et al., 2005). Após a instituição do programa RioBiodiesel (Decreto Estadual nº37.927) tanto a região Norte (ANDRADE, 2006), como Sul do Estado do Rio de Janeiro (ORGADEM, 2008), tem sido favorável ao cultivo do girassol destinado ao uso na produção de biodiesel.

Para Castro & Farias (2005), as condições ideais para a emergência do girassol são de temperatura do ar entre 20 e 25 °C e de precipitação pluvial média é de 0,6 mm.dia⁻¹. No entanto, para Albuquerque & Carvalho (2003), a faixa de temperatura sob a qual ocorre a porcentagem máxima de germinação, varia com a qualidade da semente e é geralmente menor em lotes de sementes deterioradas.

Para avaliar a qualidade das sementes, alguns testes vêm sendo recomendados. O teste de germinação tem sido utilizado para determinar a capacidade das sementes produzirem plântulas normais, sob condições favoráveis de ambiente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). No entanto, de acordo com Carvalho et al. (2006), este tem várias limitações para retratar o desempenho do lote em condições de campo. Assim, Marcos Filho (1999) relata que quando as condições de ambiente se desviam das mais adequadas, a avaliação do vigor é necessária para estimar o potencial de desempenho das sementes. Segundo o autor, os testes de vigor devem ser escolhidos de maneira a atender aos objetivos específicos, completando as informações obtidas no teste de germinação. Em girassol, Anfinrud & Schneiter (1984) observaram que o teste de condutividade elétrica realizado sob o sistema individual, o teste de envelhecimento acelerado sob sistema tradicional a 41 °C por 96 horas e o teste de germinação a 10 °C apresentaram maior correlação com o teste de emergência de plântulas em campo sob irrigação ou não, do que com o teste de germinação realizado no laboratório a 21 °C. Também, o teste de envelhecimento acelerado sob sistema tradicional a 42 °C por 72 e 96 horas realizado por Zelener et al. (1990) e a 42 °C por 72 horas realizado por Albuquerque et al. (2001), apresentaram correlação positiva com a emergência de plântulas em campo. Já, para Albuquerque & Carvalho (2003), somente o teste de frio, realizado com ou sem solo, apresentou correlação significativa com a emergência das plântulas em campo sob diferentes condições de estresse (temperaturas de 35 °C e de 15 °C, excesso e deficiência de água e sementeada a 7cm de profundidade).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi correlacionar os resultados dos testes de vigor conduzidos no laboratório com o teste de emergência das plântulas de girassol em campo.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em 2006. Foram utilizados cinco lotes de aquênios de girassol (*Helianthus annuus* L.) da cultivar Embrapa 122 V2000, safra 2006, fornecidas pela Embrapa Soja. Após o recebimento, os lotes foram acondicionados em embalagem de sacos de papel e mantidos em câmara seca a 17 °C e 50% de umidade relativa do ar (UR), por dois meses. Os lotes apresentavam em média 7,0% de água, massa média de 1000 aquênios de 61,3 g e 87% de aquênios retidos na peneira de crivo circular de diâmetro de 15/64". O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos representados pelos lotes.

Foi realizada a avaliação da qualidade fisiológica empregando os testes de germinação e de vigor, com quatro subamostras de 50 aquênios. O teste de germinação foi conduzido em rolos de papel germitest, mantidos sob temperatura alternada (20-30 °C), na ausência de luz. As avaliações foram realizadas aos quatro e 10 dias após a instalação dos testes (BRASIL, 1992). Em conjunto com este teste, foi realizado o teste de primeira contagem, considerando a porcentagem de plântulas normais no 4º dia após a instalação do teste (NAKAGAWA, 1999).

O teste de frio foi conduzido em substrato de papel germitest por sete dias sob temperatura de 10 °C, na ausência de luz (MURCIA et al., 2001). Posteriormente, os rolos foram mantidos a 20-30 °C. As avaliações foram realizadas aos quatro e 10 dias (BRASIL, 1992)

O teste de classificação das plântulas foi conduzido com 10 aquênios em rolos de papel germitest, mantidos sob temperatura alternada (20-30 °C), na ausência de luz. As avaliações foram realizadas aos quatro dias, considerando o comprimento (em mm) entre a extremidade da raiz primária e a região de inserção dos cotilédones das plântulas normais (NAKAGAWA, 1999). Após a remoção dos cotilédones, foi realizada a secagem a 80 °C por 24 horas para a determinação da massa da matéria seca das plântulas. Os resultados foram expressos em mg/plântula (NAKAGAWA, 1999).

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com 320 aquênios dispostos em camada única sobre tela de alumínio no interior de caixas plásticas tipo gerbox adaptado, onde foram adicionados 40mL de solução saturada de NaCl, visando atingir 76% de UR do ar (BRAZ et al., 2008). Posteriormente, estas caixas foram mantidas a 42 °C, por 96 horas. Após o período de exposição, foi determinado o teor de água das sementes, bem como foi feito o teste de germinação, considerando a porcentagem de plântulas normais aos quatro dias após a instalação.

Para o teste de deterioração controlada, primeiramente, foi realizado o ajuste do teor de água dos aquênios para 20%, através do umedecimento pelo método de atmosfera úmida e, em seguida, os aquênios foram acondicionados em sacos de alumínio selados e mantidos a 42 °C, por 72 horas (BRAZ et al., 2008). Após o período de exposição, foi determinado o teor de água das sementes, bem como foi feito o teste de germinação, considerando a porcentagem de plântulas normais aos quatro dias após a instalação.

O teste de condutividade elétrica pelo sistema de massa foi realizado após a remoção do pericarpo dos aquênios. Em seguida, as sementes foram previamente pesadas e imersas em 75 mL de água destilada e deionizada, durante 24 horas a 25 °C (BRAZ et al., 2008).

O teste de emergência de plântulas foi conduzido em caixas plásticas contendo areia lavada, esterilizada e umedecida com água destilada visando atingir 60% da capacidade de retenção. As caixas foram mantidas em condição ambiente e as avaliações foram realizadas aos quatro e 10 dias após a instalação do teste (NAKAGAWA, 1999).

O teste de emergência de plântulas em campo foi conduzido em Planossolo. As avaliações foram realizadas diariamente por 21 dias. No final do período, foi realizada a avaliação da porcentagem de emergência das plântulas e efetuado o cálculo do índice de velocidade de emergência (NAKAGAWA, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância após terem sido realizados os testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett (RIBEIRO JUNIOR, 2001), que indicaram a necessidade de transformação dos dados. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada uma análise de correlação linear simples entre os resultados dos testes de emergência de plântulas em campo e os testes conduzidos em laboratório.

3.5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 6, pode-se verificar que, pelo teste de germinação, não foi observada diferença significativa entre os lotes de aquênios de girassol, que apresentavam valores superiores ao do padrão para a comercialização (BRASIL, 2005). De acordo com Marcos Filho (1999), quando as diferenças no potencial fisiológico entre os lotes de sementes são muito pequenas, estas não são detectadas pelo teste de germinação. Além disso, segundo Maeda et al. (1985), o teste de germinação pode não discriminar lotes que apresentam diferentes níveis de deterioração porque a perda da capacidade germinativa é a última conseqüência do processo de deterioração das sementes.

Tabela 6. Germinação (%), plântulas normais na primeira contagem (%), teste de frio (%), comprimento da plântula (mm.plântula⁻¹) e massa de matéria seca de plântula (mg.plântula⁻¹), obtidos de cinco lotes de aquênios de girassol.

Lotes	Germinação	Primeira Contagem	Teste de Frio	Comprimento de plântulas	Matéria seca de plântulas
1	82a ¹	60b	74b	278a	17a
2	82a	63ab	72b	253a	17a
3	84a	70a	74b	265a	15a
4	82a	70a	74b	276a	14a
5	87a	71a	80a	237a	14a
C.V.(%)	4,54	4,59	6,23	9,25	10,80

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

Em relação aos testes de vigor, nos testes de comprimento e de massa de matéria seca das plântulas, não foi observada diferença significativa entre os lotes (Tabela 6). Já pelo teste de primeira contagem, foi verificado que apenas o lote 1 apresentou-se inferior aos lotes 3, 4 e 5. O lote 2 não foi estatisticamente diferente dos demais lotes. Pelo teste de frio, o lote 5 foi superior aos demais lotes, que não diferiram entre si. Também Albuquerque & Carvalho (2003) constataram que o teste de comprimento das plântulas não foi eficiente em classificar os lotes de aquênios de girassol em diferentes níveis de vigor, sendo que apenas o teste de frio permitiu a separação dos lotes.

Pelos testes de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado sob sistema salino, foi constatado que os lotes 2 e 5 apresentaram desempenho superior aos lotes 1 e 4, que por sua vez, pelo mesmo teste não diferiram do lote 3, mas apresentaram o menor desempenho no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 7). Além disso, foi verificado que o teor de água dos aquênios dos cinco lotes, após a realização dos testes, foram semelhantes entre si (Tabela 7). Também em girassol, Braz et al. (2008) constataram que os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada foram eficientes em classificar os lotes em diferentes níveis de vigor.

Tabela 7. Teor de água e de plântulas normais (%), obtidos de cinco lotes de aquênios de girassol após os testes de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado.

Lotes	Deterioração controlada		Envelhecimento acelerado	
	Teor de água	Plântulas normais	Teor de água	Plântulas normais
1	20,5a ¹	47c	8,3a	50c
2	20,7a	59ab	7,8a	62ab
3	20,4a	51bc	7,8a	60b
4	19,9a	49c	7,8a	50c
5	20,1a	66a	7,8a	70a
C.V.(%)	2,91	8,44	2,81	6,67

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

Pelo teste de condutividade elétrica, os lotes 1, 2 e 5 são classificados como de maior vigor que o lote 4, por apresentar os menores valores de condutividade elétrica na solução de embebição, devido ao menor valor de lixiviação de solutos (Tabela 8). Além disso, este teste indicou o lote 4 como de menor vigor que os lotes 1 e 5. Albuquerque et al. (2001) também constataram que o teste de condutividade elétrica realizado pelo sistema de massa permitiu classificar os lotes de aquênios de girassol em diferentes níveis de vigor. No entanto, de acordo com Murcia et al. (2001), a classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor somente foi verificada quando o teste de condutividade foi realizado pelo sistema individual.

Tabela 8. Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm.g}^{-1}$), emergência de plântulas em areia e em campo (%) e índice de velocidade de emergência de plântulas em campo (IVE), obtidos de cinco lotes de aquênios de girassol.

Lotes	Condutividade elétrica	Emergência de plântulas		
		Areia	Campo	IVE
1	30,45ab ¹	94a	84a	12,41a
2	34,35abc	95a	85a	12,42a
3	40,17bc	91a	88a	13,35a
4	41,93c	90a	76b	10,88a
5	28,74a	97a	89a	11,34a
C.V.(%)	12,95	4,72	10,29	18,45

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

Pelos testes de emergência de plântulas em areia e de índice de velocidade de emergência (IVE), não houve diferença significativa entre os lotes (Tabela 8), assim como também foi constatado pelo teste de germinação e de comprimento e massa de matéria seca das plântulas (Tabela 6). Já pelo teste de emergência de plântulas em campo, foi possível identificar a inferioridade do lote 4 (Tabela 8), ratificando os resultados de condutividade elétrica.

Os testes de germinação e de primeira contagem de germinação (Tabela 9) não apresentaram correlação significativa com o teste de emergência de plântulas em campo, provavelmente devido às condições de restrição hídrica e temperatura média máxima de 29,9 °C entre o 9º e 16º dia após a instalação do teste. Para Castro & Farias (2005), as condições ideais para o estabelecimento das plantas de girassol são de temperatura do ar entre

20 e 25 °C e precipitação pluvial de 0,6 mm.dia⁻¹. Já para Tomazela et al. (2008), a germinação dos aquênios de girassol cai bruscamente sob temperaturas acima de 25°C. Assim, estes resultados de redução da emergência sob deficiência hídrica (-1,1 MPa) também foram constatados por Somers et al. (1983) e Helms et al. (1997).

Tabela 9. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os resultados dos testes de germinação, de primeira contagem, de massa de matéria seca de plântula, de comprimento de plântula, de teste de frio, de emergência de plântulas em areia, de índice de velocidade de emergência (IVE), de condutividade elétrica, de deterioração controlada e de envelhecimento acelerado, com o teste de emergência de plântulas de girassol em campo.

Testes de laboratório	Emergência de plântulas em campo
Germinação	0,110
Primeira contagem	-0,237
Massa de matéria seca de plântula	0,120
Comprimento de plântula	-0,223
Teste de frio	-0,230
Emergência de plântula em areia	0,414
IVE	0,708
Condutividade elétrica	-0,467*
Deterioração controlada	0,546**
Envelhecimento acelerado	0,516**

** significativo a 1%, e * significativo a 5% de probabilidade.

Não foi constatada correlação significativa entre a emergência de plântulas em campo e os testes de massa de matéria seca e comprimento das plântulas, emergência de plântulas em areia, índice de velocidade de emergência e de teste de frio (Tabela 9).

O teste de condutividade elétrica apresentou correlação negativa e significativa com o teste de emergência de plântulas em campo (Tabela 9). Parvathamma et al. (1991) somente verificaram alta correlação entre o teste de condutividade elétrica (usando o sistema de massa) e a emergência de plântulas em campo sob condições favoráveis ao desenvolvimento das plântulas de girassol. Também em girassol, Anfinrud & Schneiter (1984) verificaram correlação significativa entre o teste de condutividade elétrica, pelo sistema individual e o de emergência de plântulas, quando a emergência ocorreu em ambiente com ou sem irrigação.

Pela Tabela 9, verifica-se que houve correlação significativa positiva entre o teste de emergência das plântulas em campo com o teste de envelhecimento acelerado e o de deterioração controlada. Em girassol, Zelener et al. (1990) também verificaram que o teste de envelhecimento acelerado sob sistema tradicional à 42 °C por 72 e 96 horas apresentou correlação positiva com a emergência no campo. Já para Anfinrud & Schneiter (1984), o teste de emergência de plântulas em campo, tanto para ambiente com ou sem irrigação, se correlacionou significativamente com o teste de envelhecimento acelerado sob sistema tradicional a 41°C e por 96 horas.

3.6 CONCLUSÕES

Em condições adversas, a emergência das plântulas de girassol em campo apresentou maior correlação com o vigor, avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado, de deterioração controlada e de condutividade elétrica.

3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, W.E. de B. **Viabilidade técnica do cultivo de oleaginosas no Norte Fluminense**. A experiência da Pesagro-Rio. Pesagro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2006. 47p.
- ANFINRUD, N.M. & SCHNEITER, A.A. Relationship of sunflower germination and vigor tests to field performance. **Crop Science**, Madison, v.24, p.341-344, 1984.
- ALBUQUERQUE, M.C.de F. et al. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.1-8, 2001.
- ALBUQUERQUE, M.C.de F. & CARVALHO, N.M. Effects of the environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus L.*), soybean (*Glycine max L. Merrill*) and maize (*Zea mays L.*) seeds with different levels of vigor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.31, p.465-479, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRASIL. Instrução Normativa nº25, de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 dez. 2005.
- BRAZ, M.R.S. et al. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p. 1857-1863. 2008.
- CARVALHO, N.M. de. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- CARVALHO, M.L.M. de, et. al. Controle e qualidade na produção de sementes. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p.52-58, 2006.
- CASTRO, C. de & FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B de C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa soja, p.163 – 218. 2005.
- CONAB, **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: sexto levantamento, março 2008/ Companhia Nacional de Desenvolvimento**. 2008, 30p.
- HELMS, T.C. et al. Corn, sunflower, and soybean emergence influenced by soil temperature and soil water content. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.1, p.59-63, 1997.
- LAZZAROTTO, J.J. et al. Agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, R.M.V.B. de C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 15-42.
- MAEDA, J.A. et al. Sementes de girassol: Observações preliminares sobre o teste de envelhecimento rápido. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.1, p.417-420, 1985.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-21.

MURCIA, M. et al. Vigor de semillas y emergencia a campo de girassol (*Helianthus annuus* L.) em siembras anticipadas em el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.263-267, 2001.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.21.

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

PARVATHAMMA, S. et al. Evaluation of seed vigour in sorghum and sunflower. **Advances in Plant Science**, Índia, v.4, n.1, p.35-42, 1991.

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

SOMERS, D.A. et al. Sunflower germination under simulated drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.3, p.570-572, 1983.

TOMAZELA, A.L. et al. Girassol. In: CASTRO, P.R.C. et al. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia dos cultivos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2008, 92-112p.

ZELENER, N. et al. Prueba de invecimiento acelerado en girassol (*Helianthus annuus* L.) e interpretación de sus resultados. In: **Seminario Panamericano de Semillas**, 13, Guatemala, 20/24. 1990. Acta. Guatemala:FELAS, 1990. s.p.

4 CAPÍTULO III

ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS E DESEMPENHO DE PLANTAS EM RESPOSTA AO VIGOR DOS AQUÊNIOS DE GIRASSOL

4.1 RESUMO

O vigor das sementes pode influenciar no estabelecimento e no desempenho das plantas, mas o efeito na produção destas plantas, principalmente, de cultivo anual, cuja colheita é feita na fase reprodutiva não está completamente esclarecido. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do vigor de aquênios de girassol no estabelecimento das plântulas e no desempenho das plantas. Para isto, foi instalado um experimento em campo, com três distintos lotes de aquênios de girassol da cultivar Embrapa 122 V2000. A população de plantas foi avaliada aos 10, 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a semeadura (DAS). Dos 20 aos 100 DAS, em intervalo de 20 dias, foram avaliados a altura da planta, o número de folhas, o diâmetro de caule e a massa de matéria seca de parte aérea e total. Também aos 100 DAS, foram avaliados o número de aquênios por planta, a massa de 1000 aquênios, a produção de aquênios (g.planta^{-1}) e o rendimento (kg.ha^{-1}). Após dois e seis meses da colheita, os aquênios foram submetidos aos testes de germinação, de primeira contagem, de envelhecimento acelerado, de emergência de plântulas em areia, de comprimento de plântula e de condutividade elétrica. Os resultados permitiram concluir que houve efeito do vigor dos aquênios na população de plantas até os 60 DAS. A utilização de aquênios vigorosos de girassol foi favorável ao desenvolvimento das plantas após 60 DAS e esse efeito persistiu até a produção, na ausência de diferença na população inicial. Não houve efeito do vigor dos aquênios na qualidade fisiológica.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., desenvolvimento, produção, qualidade fisiológica.

4.2 ABSTRACT

Seed vigour may influence the establishment and growth of plants. However, the effect on plants production mostly annual crop, which harvesting is done in the reproductive phase, is not clear. The objective this work was to evaluate the influence of sunflower achenes vigour on the seedlings establishment and plant performance. An experiment was installed in the field, with three lots of sunflower achenes, cultivar Embrapa 122 V2000. Plant population was evaluated at 10, 20, 40, 60, 80 and 100 days after sowing (DAS). Plant height, leaf number, stem diameter and dry matter production were evaluated from 20 to 100 DAS, on 20 day intervals. At harvest (100 DAS) the number of achenes per plant, mass of 1000 achenes and achenes yield ($\text{g}\cdot\text{plant}^{-1}$ and $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) were also evaluated. Two and six months after harvest, the achenes were submitted to the following tests: germination, first count, accelerated aging, seedling emergence in sand, length of seedlings and electrical conductivity. The results indicated that achenes vigour affected plant population at 60 DAS. Sunflower achene vigour improved the development of plants beyond 60 DAS and this effect may persist until the final production, at initial population ausence. There was no effect of achenes vigour on physiological quality.

Key words: *Helianthus annuus* L., development, achenes yield, physiological quality.

4.3 INTRODUÇÃO

A cultura do girassol tem apresentado crescente importância para o agronegócio, visando o desenvolvimento da economia Brasileira. No Rio de Janeiro, tanto a região Norte (ANDRADE, 2006), como a Sul Fluminense têm sido favoráveis ao cultivo de girassol destinado ao uso de biodiesel (ORGADEM, 2008). Assim, a produção desta espécie pode ser favorecida pelo aumento da área cultivada e, ou, pelo rendimento na área. Para Tekrony & Egli (1991), quando a produção é definida como massa por unidade de área, a população de plantas é a unidade de interesse para avaliação. No entanto, quando a produção é definida como a produção por planta, a planta é a unidade de interesse. Portanto, os processos ou fatores que influenciam a produção podem ser diferentes para as plantas individuais e para as comunidades vegetais.

O rendimento das culturas pode ser influenciado indiretamente pelo potencial fisiológico das sementes, o qual afeta a velocidade e a porcentagem de emergência das plântulas, bem como a população de plantas (ELLIS, 1992). A utilização de sementes de baixo vigor prejudicou a emergência de plântulas de girassol (ALBUQUERQUE & CARVALHO, 2003), de arroz (HÖFS et al., 2004b) e de aveia preta (SCHUCH et al., 2000), embora não tenha sido avaliada a produção. No entanto, quando foi avaliada a produção, foi constatado que sementes de baixo vigor influenciaram negativamente a emergência de milho (DURÃES et al., 1995) e de ervilha (LARSEN et al., 1998), sem prejudicar a produção e, de arroz (HÖFS et al., 2004a), de soja (PINTHUS & KIMEL, 1979), de trigo (KHAH et al., 1989) e de aveia branca (MACHADO, 2002), com prejuízo à produção. Além disso, muitas espécies têm a capacidade de adaptação ao espaço disponível, mediante ajuste da capacidade de produção individual sob menores populações (CERVIERI FILHO, 2005). Assim, para Marcos Filho & Kikuti (2006), o uso de sementes com alta qualidade fisiológica para todas as espécies é justificável porque ajuda a adequar a população de plantas que é afetada pelas condições de campo durante a emergência, principalmente em condições menos favoráveis.

Também, o rendimento da cultura pode ser diretamente influenciado pelo potencial fisiológico, o qual afeta o vigor da planta, pois há uma capacidade diferenciada das plântulas acumularem matéria seca em resposta a variação de nível de vigor das sementes durante a emergência. No entanto, como parte dos tecidos da planta, envolvidos no acúmulo de matéria seca é formada após a emergência das plântulas, a extensão dos efeitos do vigor da semente durante a fase reprodutiva da planta também pode interferir nos processos fisiológicos que culminam com o acúmulo de matéria seca nas sementes produzidas (TEKRONY & EGLI, 1991). Para Larsen et al. (1998), o crescimento das plantas provenientes de sementes de baixo vigor geralmente continua menor e elas apresentam maior sensibilidade às adversidades do ambiente, de modo que a influência do vigor pode existir mesmo quando não há diferenças na população inicial. Outro aspecto a abordar é que a manifestação do potencial fisiológico das sementes ou o desempenho das sementes com diferentes níveis de vigor está diretamente relacionado às causas determinantes do estado de deterioração. Marcos Filho (2005) relata que a redução da produção só ocorre quando as sementes avaliadas apresentaram grau avançado de deterioração.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi verificar a influência do vigor de aquênios de girassol no estabelecimento das plântulas e no desempenho das plantas.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de campo da Bovinocultura de Leite (UFRRJ), em 2006, Planossolo, cujo resultado da análise química apresentava: pH(água) 5,5; Ca 3,2 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Mg 1,7 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; P21 mg L^{-1} ; K 32 mg L^{-1} ; H+Al 3,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e V% 63. Foram utilizados três lotes de aquênios de girassol (*Helianthus annuus* L.) da cultivar Embrapa 122 V2000, da safra 2006, fornecidos pela Embrapa Soja. Os lotes, designados de 1, 2, e 3, apresentavam inicialmente, 82, 82, 87% de germinação; 50, 62 e 70% de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado e 41, 34 e 28 ?S.cm.g^{-1} no teste de condutividade elétrica, respectivamente. Durante a condução do experimento, foram coletados os dados médios diários de temperatura média e de umidade relativa (UR) do ar na estação experimental da Pesagro (INMET/PESAGRO-RIO). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com três tratamentos (lotes) e com quatro repetições, por época de coleta. Cada unidade experimental foi formada por oito linhas de 3,5m de comprimento, com distância entre linhas de 0,7m e a densidade de sementeira de 45 mil sementes. ha^{-1} , ou seja, três sementes por metro linear.

Três meses antes da sementeira, foi realizada a calagem, visando atingir 70% de saturação por bases no solo. Já na sementeira, foi feita a adubação com 10 kg.ha^{-1} de N na forma de sulfato de amônio, com 30 kg.ha^{-1} de P_2O_5 na forma de super fosfato simples e com 50 kg.ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio e, aos 30 dias após a sementeira, foi feita a adubação de cobertura com 40 kg.ha^{-1} de N na forma de sulfato de amônio (RAIJ et al., 1997).

Aos 10, 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a sementeira (DAS), caracterizados como estágios fenológicos VE (emergência), V8 (8 folhas com pelo menos 4 cm de comprimento), R1 (inflorescência visível, com o aparecimento do broto floral), R5 (100 % das flores liguladas expandidas e 50 % das flores tubulares em antese), R6 (100 % das flores liguladas perdendo a turgidez e 100 % das flores tubulares em antese) e R9 (maturidade fisiológica), segundo Schneiter & Miller (1981), foi contado o número de plantas emergidas e foi feito o cálculo da população inicial e da porcentagem de sobrevivência das plantas. Também, dos 20 aos 100 DAS, em intervalos de 20 dias, as plantas foram cortadas ao nível do solo em 1,0m linear e avaliadas quanto à altura, ao diâmetro de caule e ao número de folhas (BRUGINSKI & PISSAIA, 2002). Posteriormente, as plantas foram separadas em diferentes partes: caule, folhas+pecíolos, aquênios maduros (aqueles bem formados) e receptáculo do capítulo, e, estas partes foram colocadas para secar em estufa a 60 °C até atingir massa constante para determinação da massa de matéria seca de parte aérea (caule + folhas) e massa de matéria seca de parte aérea total (caule + folhas + capítulo + aquênios). Aos 100 DAS, também foram coletadas plantas em 3,0 m para a avaliação da produção e da qualidade dos aquênios. Para isto, os aquênios foram contados e pesados para a determinação do número e da massa de aquênios por planta (g.planta^{-1}). Também foi calculada a massa de 1000 aquênios, através de oito subamostras de 100 aquênios (BRASIL, 1992) e o rendimento em kg.ha^{-1} , considerando 10% de teor de água.

Os aquênios recém colhidos foram acondicionados em embalagem de sacos de papel e mantidos sob 17 °C e 50% de UR do ar. Após dois e seis meses da colheita, estes foram submetidos à avaliação da qualidade fisiológica. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, considerando três tratamentos (lotes) e com quatro repetições, por época de avaliação. O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 aquênios (BRASIL, 1992). Em conjunto com este teste, foi realizado o teste de primeira contagem (NAKAGAWA, 1999). O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com 320 aquênios dispostos em camada única sobre tela de alumínio no interior de caixas plásticas tipo gerbox

adaptado, onde foram adicionados 40 mL de solução saturada de NaCl e, mantidos a 42 °C, durante 96 horas (BRAZ et al., 2008). Após o período de exposição, foi feita a instalação do teste de germinação, considerando a porcentagem de plântulas normais aos quatro dias após a instalação (BRASIL, 1992). O teste de classificação das plântulas foi conduzido com 10 aquênios em rolos de papel germitest, mantidos a 20-30 °C, na ausência de luz. As avaliações foram realizadas aos quatro dias, considerando o comprimento (em mm) entre a extremidade da raiz primária e a região de inserção dos cotilédones das plântulas normais (NAKAGAWA, 1999). O teste de condutividade elétrica foi realizado com quatro subamostras de 50 aquênios que, primeiramente, foram submetidas à remoção do pericarpo. Em seguida, estas sementes foram imersas em 75 mL de água destilada e deionizada, durante 24 horas a 25 °C (BRAZ et al., 2008). Para a leitura, foi utilizado o aparelho da marca Meinsberg Conductivity Meter LF 37. O teste de emergência em areia foi conduzido com quatro subamostras de 50 aquênios, em caixas plásticas contendo substrato de areia lavada, esterilizada e umedecida com água destilada visando atingir 60% da capacidade de retenção (BRASIL, 1992). As caixas foram mantidas em condição ambiente e as avaliações foram realizadas aos 21 dias após a instalação do teste (NAKAGAWA, 1999).

Todos os dados avaliados foram submetidos aos testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Posteriormente, os dados obtidos na fase de campo, foram submetidos a análise de variância, por época de coleta. As médias dos parâmetros foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Para os dados de qualidade, foi realizada a análise de variância individual (por época de avaliação) e conforme o resultado da avaliação dos quadrados médios dos resíduos individuais, optou-se pela análise conjunta dos parâmetros (BANZATTO & KRONKA, 2006). As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resultado da análise de variância, em cada época de coleta, houve efeito de lote de aquênios de girassol para população inicial, porcentagem de sobrevivência, altura, massa seca de parte aérea e total (Tabela 10 e 11) e para número de aquênios e rendimento (Tabela 12). No entanto, não houve efeito de lotes para diâmetro de caule e número de folhas (Tabela 11), para massa de 1000 aquênios e produção de aquênios (Tabela 12).

Na Tabela 10, pode-se observar que dos 10 (VE) aos 40 DAS (R5), os maiores valores de porcentagem de sobrevivência e de populações de plantas foram provenientes dos aquênios dos lotes 2 e 3. Estes lotes apresentam germinação superior à mínima estabelecida (= 75%) para a comercialização de aquênios de girassol (BRASIL, 2005) e possuem maior potencial fisiológico estimado pelos testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica, considerados promissores para a avaliação do potencial fisiológico dos aquênios de girassol (BRAZ et al., 2008). ALBUQUERQUE & CARVALHO (2003) também constataram que aquênios vigorosos de girassol germinaram mais rapidamente. Aos 60 DAS, foi constatada maior sobrevivência e população de plantas provenientes apenas do lote 3, embora os valores de população não tenham diferido do apresentado pelo lote 2. Aos 80 e 100 DAS, apenas o lote 3 apresentou os maiores valores de porcentagem de sobrevivência de plantas. Já para população de plantas, não houve diferença estatística entre os lotes. Este resultado pode ser devido as plantas provenientes dos lotes 3, estando em maior número, sofreram competição por água, luz e nutrientes. Pelos dados climáticos foi constatado que do 52° ao 56° DAS houve ausência de precipitação pluvial e temperaturas elevadas, sendo a temperatura máxima de 36°C. Para Castro & Farias (2005), as necessidades do girassol estão entre 20 e 28°C de temperatura e precipitação pluvial total de 6 a 8 mm.dia⁻¹.

Tabela 10. Sobrevivência (%) e população de plantas (m⁻¹) aos 10, 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a semeadura (DAS), de plantas de girassol produzidas a partir de aquênios de três distintos lotes.

Parâmetros	DAS	Lotes			CV%
		1	2	3	
Sobrevivência	10	60,4B	78,1A	84,6A	13,83
	20	54,6B	68,3A	80,7A	16,60
	40	54,6B	68,3A	80,7A	16,60
	60	54,6B	60,9B	76,8A	13,72
	80	54,6B	54,6B	72,5A	19,13
	100	54,6B	54,6B	72,5A	19,13
População de plantas	10	2,21B ¹	2,85A	2,92A	18,18
	20	2,00B	2,50A	2,78A	14,90
	40	2,00B	2,50A	2,78A	14,90
	60	2,00B	2,23AB	2,65A	22,87
	80	2,00A	2,00A	2,50A	24,40
	100	2,00A	2,00A	2,50A	24,40

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

As plantas provenientes dos aquênios dos lotes 2 e 3 também apresentaram maior altura a partir dos 60 DAS (florescimento), maior massa seca de parte aérea aos 60 e 80 DAS e maior massa seca de parte aérea total aos 100 DAS (colheita) (Tabela 11). Em soja, sementes de alto vigor apresentaram maior altura na colheita (CERVIERI FILHO, 2005) e maior taxa de acúmulo de massa seca total no florescimento e na maturidade fisiológica (KOLCHINSKI et al., 2005). Também, sementes de alto vigor apresentaram plantas com maior tamanho e maior produção de massa seca total, em arroz dos 60 aos 134 dias após o transplante (MELO et al., 2006), bem como em trigo (KHAH et al., 1989) e em aveia branca (MACHADO, 2002), durante todo o crescimento.

Tabela 11. Altura (cm.planta⁻¹), diâmetro de caule (mm.planta⁻¹), número de folhas (planta⁻¹), massa seca de parte aérea e total (g.planta⁻¹), de plantas de girassol produzidas a partir de aquênios de três distintos lotes. Avaliação realizada dos 20 aos 100 dias após a semeadura (DAS).

	DAS	Lotes			CV%
		1	2	3	
Altura de planta	20	8A	8A	8A	9,15
	40	84A	88A	87A	4,02
	60	154B	162A	166A	2,10
	80	161B	173A	176A	1,43
	100	153B	168A	163A	1,91
Diâmetro de caule	20	3,5A	4,0A	3,1A	11,88
	40	18,0A	18,8A	20,3A	4,93
	60	23,2A	26,4A	24,9A	4,05
	80	25,0A	25,1A	26,4A	1,50
	100	23,2A	19,3A	23,5A	6,59
Número de folhas	20	9A	9A	8A	6,26
	40	25A	24A	27A	3,30
	60	22A	23A	22A	7,65
	80	11A	11A	12A	1,92
	100	7A	6A	8A	18,09
Massa seca de parte aérea	20	0,48A	0,42A	0,49A	25,83
	40	29,43A	32,70A	38,99A	10,23
	60	85,98B	105,57A	103,54A	8,06
	80	95,49B	121,84A	134,49A	5,82
	100	43,44B	49,9B	62,86A	9,37
Massa seca de parte aérea total	20	0,48A	0,42A	0,49A	25,83
	40	29,43A	32,70A	38,99A	10,23
	60	102,76B	124,21B	123,97A	6,93
	80	301,22B	319,24B	370,76A	2,73
	100	107,12B	127,80A	142,63A	1,36

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

O maior número de aquênios por planta e o maior rendimento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foram constatados para o lote 3, embora este valor de rendimento não tenha diferido do apresentado pelo lote 2 (Tabela 12). Assim, a relação entre o nível de vigor dos aquênios e o desempenho das plantas em campo se estendeu até a produção, na ausência de diferença de população de plantas, como constatado aos 80 e 100 DAS (Tabela 10). Também quando não houve diferença entre a população Khah et al. (1989) verificaram que as plantas provenientes de sementes de trigo de alta qualidade fisiológica tiveram vantagem inicial suficiente para resultar em maior rendimento de grãos e Cervieri Filho (2005) constatou que plantas provenientes de sementes de soja de alto vigor apresentaram maior rendimento quando comparada com as sementes de baixo vigor.

Tabela 12. Número de aquênios (planta^{-1}), massa de 1000 aquênios (g), produção de aquênios ($\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$) e rendimento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), de plantas de girassol produzidas a partir de aquênios de três distintos lotes.

Parâmetros	Lotes			CV%
	1	2	3	
Número de aquênios. planta^{-1}	859B	975B	987A	3,92
Massa de 1000 aquênios	52,65A	55,09A	53,24A	4,99
Produção de aquênios	40,22A	51,28A	51,55A	5,64
Rendimento*	1242,88B	1587,39AB	2000,35A	2,98

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

* valor corrigido para 10% de teor de água

Pelo resultado da análise conjunta dos dados de germinação e vigor dos aquênios, foi constatado que a interação não foi significativa entre lotes e épocas de avaliação (aos dois e seis meses da colheita) (Tabela 13). Somente foi constatado efeito isolado de época de avaliação para comprimento de plântulas e condutividade elétrica. Assim, somente aos seis meses da colheita, os aquênios, independente do lote, apresentavam maior comprimento de plântulas e menor valor de lixiviados da solução de embebição, ou seja, maior reparo das membranas celulares. Estes resultados podem ser devido as sementes apresentarem algum grau de dormência na avaliação realizada aos dois meses, embora com valores de germinação acima do padrão de comercialização (BRASIL, 2005). Segundo Maiti et al. (2006), os aquênios de girassol podem possuir dormência devido ao maior acúmulo de ácido abscísico durante a maturidade ou ainda a presença do pericarpo espesso. Porém, de acordo com Marcos Filho et al. (1987) essa dormência pode ser perdida naturalmente após 60 dias da colheita. Também em girassol, Albuquerque et al. (2001) observaram que o teste de condutividade elétrica foi eficiente em classificar os lotes de aquênios em diferentes níveis de vigor. No entanto, para Albuquerque & Carvalho (2003), o teste de comprimento das plântulas não é eficiente em diferenciar a qualidade fisiológica de lotes de aquênios de girassol.

Tabela 13. Germinação (%), primeira contagem de germinação (%), comprimento de plântulas (cm), plântulas normais na primeira contagem de germinação no teste de envelhecimento acelerado (%), condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm.g}^{-1}$) e emergência de plântulas em areia (%), de aquênios de girassol de distintos lotes. Avaliação após dois e seis meses da colheita.

Parâmetros	Meses	Lotes			Médias	CV%
		1	2	3		
Germinação	Dois	80	84	82	82a	7,85
	Seis	78	83	84	82a	
	Médias	79A	83A	83A		
Primeira contagem	Dois	72	74	70	72a	7,57
	Seis	71	75	75	74a	
	Médias	71A	74A	72A		
Comprimento de plântula	Dois	26	23	23	24b	10,97
	Seis	28	30	30	29a	
	Médias	27A	27A	26A		
Envelhecimento acelerado	Dois	69	74	67	70a	16,01
	Seis	61	76	63	67a	
	Médias	65A	75A	65A		
Condutividade elétrica	Dois	34,86	34,59	35,97	35,14a	6,27
	Seis	29,21	30,58	30,34	30,04b	
	Médias	32,03A	32,58A	33,15A		
Emergência de plântulas em areia	Dois	79	89	89	86a	17,93
	Seis	84	91	89	88a	
	Médias	81A	90A	89A		

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (para lotes) e maiúscula na linha (para meses de avaliação), não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% .

4.6 CONCLUSÕES

Houve efeito do vigor dos aquênios na população de plantas até os 60 dias após a semeadura.

A utilização de aquênios vigorosos de girassol foi favorável ao desenvolvimento das plantas a partir de 60 dias após a semeadura e esse efeito persistiu até a produção, na ausência de diferença na população inicial.

Não houve efeito do vigor dos aquênios na qualidade fisiológica dos aquênios produzidos.

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALBUQUERQUE, M.C.de F. et al. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.1-8, 2001.

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.

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.do N. **Experimentação Agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

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

BRAZ, M.R.S. et al. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1857-1863, 2008.

BRUGINSKI, D.H. & PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio na palha: II – Morfologia da planta e partição de massa seca. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.3, n.1-2, p.47-53, 2002.

CASTRO, C. de & FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: CAMPOS LEITE, R. V. de; et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: CNPSo, 2005, p.163-218.

CERVIERRI FILHO, E. **Desempenho de plantas oriundas de sementes de alto e baixo vigor dentro de uma população de soja**. 2005, 42p. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal de Pelotas.

DURÃES, F.O.M. et al. Índices de vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.): Associação com emergência em campo, crescimento e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.13-18, 1995.

ELLIS, R.H. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, v.11, n.1, p.249-255, 1992.

HÖFS, A. et al. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.92-97, 2004a.

HÖFS, A. et al. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, p.54-62, 2004b.

KHAH, E.M. et al. Effects on seed ageing on growth and yield spring wheat at different plant-population densities. **Field Crop Research**, v.20, p.175-190, 1989.

KOLCHINSKI, E.M. et al. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p.1248-1256, 2005.

LARSEN, S.U. et al. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.4, p.627-641, 1998.

MAITI, R.K. et al. Studies on genotypic variability and seed dormancy in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.). Indian Journal Crop Science, India, v. 1-2, n. 1, p.84-87, 2006.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002, 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Sementes), Universidade Federal de Pelotas.

MARCOS FILHO, J. & KIKUTI, A. L. P. Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p.44-51, 2006.

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

MARCOS FILHO, J. et al. Métodos para superar dormência de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 2, p.65-73, 1987.

MELO, P.T.B.S. et al. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p.84-94, 2006.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.21.

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

PINTHUS, M.J. & KIMEL, U. Speed of germination as a criterion of seed vigor in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.19, n.2, p.291-292, 1979.

RAIJ, B.V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo / Fundação IAC, 1997, 198 p.

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

SCHNEITER, A.A. & MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, p.901-903, 1981.

SCHUCH, L.O.B et al. Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.6, n.2, p.97-101, 2000.

TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.1, p.816-822, 1991.

5 CAPÍTULO IV

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE GIRASSOL INFLUENCIADO PELO VIGOR DOS AQUÊNIOS E PELA DENSIDADE DE SEMEADURA

5.1 RESUMO

A qualidade fisiológica das sementes e a densidade de semeadura podem influenciar o estabelecimento bem como o crescimento das plantas durante o seu ciclo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no crescimento de plantas de girassol. Para isto, foi instalado um experimento em campo, com três distintos lotes de aquênios de girassol da cultivar Embrapa 122 V2000, sob duas densidades de semeadura (45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹). As coletas das plantas foram realizadas dos 20 aos 100 dias após a semeadura (DAS), em intervalo de 20 dias, onde foram avaliadas a área foliar e a massa de matéria seca total. Posteriormente, foi realizada a determinação dos parâmetros de crescimento. Os resultados permitiram concluir que a utilização de aquênios de menor vigor produz plantas com menor massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 80 e 100 DAS, o que proporciona menor taxa de crescimento da cultura no período de 60 a 100 DAS. Sob menor densidade, as plantas produzem maior massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 40 e 60 DAS, o que proporciona maior taxa de crescimento da cultura e taxa de crescimento relativo no período de 20 a 40 DAS. A taxa de assimilação líquida, a razão de área foliar, a área foliar específica e o índice de colheita não foram influenciados pelo nível de vigor e pela densidade de semeadura.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., área foliar, taxa de crescimento, qualidade fisiológica.

5.2 ABSTRACT

The seeds physiological quality and sowing density influenced the plants establishment and growth during your cycle. The objective this work was to evaluate the effect of achenes vigour and sowing density on the sunflower plants growth. An experiment was installed in the field, with three lots of sunflower achenes, cultivar Embrapa 122 V2000 and two sowing density (45.000 e 75.000 seeds.ha⁻¹). The harvest were realized from 20 to 100 DAS, on 20 day intervals. Were evaluated leaf area and total dry matter. Also to fulfilled growth analysis. The results indicated that the plants originated from smaller achenes vigour showed the lower total dry matter and leaf area index to 80 and 100 DAS, as well as lower culture growth rate in the period from 60 to 100 DAS. The plants conducted under the lower density had higher total dry matter and leaf area index at 40 and 60 DAS, as well as higher culture growth rate and relative growth rate in the period from 20 to 40 DAS. The net assimilation rate, leaf area ratio, specific leaf area and harvest index were not influenced by the level achenes vigour and sowing density.

Key words: *Helianthus annuus* L., leaf area, growth rate, physiological quality.

5.3 INTRODUÇÃO

O estabelecimento do girassol é realizado por aquênios, ou seja, sementes com pericarpo, que devem apresentar padrão mínimo de 75% de germinação por ocasião da comercialização (BRASIL, 2005). No entanto, a porcentagem de germinação não garante o estabelecimento uniforme da cultura no campo. Este depende da utilização de sementes com capacidade de germinar uniforme e rapidamente, já que as deficiências na emergência das plântulas podem prejudicar o desempenho das plantas produzidas (MARCOS FILHO, 2005). Assim, para Hampton (2002), o vigor das sementes exerce profunda influência sobre o estabelecimento da população inicial e o desenvolvimento das plantas, podendo afetar a produção final. O uso de sementes de alto vigor produz plantas com maior área foliar e massa de matéria seca total em soja (KOLCHINSKI et al., 2005), em arroz (HÖFS et al., 2004), em aveia preta (SCHUCH et al., 2000), em aveia branca (MACHADO, 2002) e em milho (MELO et al., 2006). Em girassol, Albuquerque & Carvalho (2003) constataram apenas que o uso de aquênios de alto vigor proporciona maior emergência das plântulas no campo, mas não avaliaram o crescimento e a produção.

Além disso, a densidade de semeadura é outro fator importante a ser considerado na implantação da lavoura para atingir satisfatória população inicial de plantas e desempenho uniforme das plantas no campo (HÖFS et al., 2004). Em sementes de feijão, Jauer et al. (2003) constataram que a elevação da densidade de 200 para 500 mil sementes.ha⁻¹ não influenciou a produção de massa seca por planta. No entanto, Alvarez et al. (2006), em sementes de milho, verificaram que o aumento da densidade de 55 para 75 mil sementes.ha⁻¹ favoreceu o aumento na produção de massa seca por área. Também Schuch et al. (2000), trabalhando com sementes de aveia preta, constataram que sementes de alto vigor produziram 31% mais massa de matéria seca por área, aos 29 dias após a emergência, quando comparadas com sementes de baixo vigor. Já em girassol, trabalhando com densidades de 26.667 a 80.000 sementes.ha⁻¹, Monteiro (2001) constatou que a produção de massa seca por planta diminuiu com o aumento de plantas na linha, porém, quando se considerou a massa seca por área, houve efeito compensatório nas densidades mais altas, pois o decréscimo na produção de massa seca por planta foi compensado pelo maior número de plantas na linha. O autor também verificou que a elevação da densidade não influenciou no índice de área foliar.

Assim, para avaliar os efeitos do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura durante o crescimento das plantas, de acordo com Benincasa (2003), a análise de crescimento é um meio acessível e preciso de se inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal. Em girassol, Monteiro (2001) constatou que o aumento da densidade de plantas de 2 para 6 plantas.m⁻¹ aumentou a taxa de crescimento da cultura, mas ocorreu diminuição da taxa de assimilação líquida, da razão de área foliar e do índice de colheita.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura sobre o crescimento de plantas de girassol.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de campo da Bovinocultura de Leite (UFRRJ), em 2006, Planossolo, cujo resultado da análise química apresentava: pH(água) 5,5; Ca 3,2 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Mg 1,7 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; P21 mg L^{-1} ; K 32 mg L^{-1} ; H+Al 3,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e V% 63. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas pela densidade de semeadura de 45.000 e de 75.000 sementes. ha^{-1} , ou seja 3 e 5 sementes. m^{-1} , com linhas separadas entre si a 0,7 m e, as subparcelas, pelos três distintos lotes de aquênios de girassol (*Helianthus annuus* L.) da cultivar Embrapa 122 V2000, da safra 2006, fornecidos pela Embrapa Soja. Estes lotes, designados de 1, 2, e 3, apresentavam inicialmente, 82, 82, 87% de germinação; 50, 62 e 70% de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado e 41, 34 e 28% S.cm.g^{-1} no teste de condutividade elétrica, respectivamente. Cada parcela foi formada por oito linhas de 3,5m de comprimento.

Durante a condução do experimento, foram coletados os dados médios diários de temperatura média e de umidade relativa do ar na estação experimental da Pesagro (INMET/PESAGRO-RIO).

Três meses antes da semeadura, foi realizada a calagem, visando atingir 70% de saturação por bases no solo (RAIJ et al., 1997). Na semeadura, foi feita a adubação com 10 kg.ha^{-1} de N na forma de sulfato de amônio, com 30 kg.ha^{-1} de P_2O_5 na forma de super fosfato simples e com 50 kg.ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio. Já aos 30 dias após a semeadura (DAS), foi feita a adubação de cobertura com 40 kg.ha^{-1} de N na forma de sulfato de amônio (RAIJ et al., 1997).

Foram realizadas coletas de plantas aos 20, 40, 60, 80 e 100 DAS, ou seja, respectivamente no estágio fenológico: V8 (8 folhas com pelo menos 4 cm de comprimento), R1 (inflorescência visível, com o aparecimento do broto floral), R5 (100 % das flores liguladas expandidas e 50 % das flores tubulares em antese), R6 (100 % das flores liguladas perdendo a turgidez e 100 % das flores tubulares em antese) e R9 (maturidade fisiológica), segundo Schneiter & Miller (1981). Em cada coleta, em 1,0 m linear, as plantas foram cortadas ao nível do solo, e submetidas às determinações de área foliar, através do medidor eletrônico LI 3100 Area Meter, que fornece leitura direta em cm^2 e, da massa de matéria seca total, após permanência em estufa a 60°C até atingir massa constante. Os valores de área foliar e massa seca foram convertidos para unidade de área e foram utilizados para calcular os parâmetros de crescimento (BENINCASA, 2003): TCC (taxa de crescimento da cultura) = $(\text{MS}_2 - \text{MS}_1) / (\text{T}_2 - \text{T}_1)$, expresso em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$; TCR (taxa de crescimento relativo) = $(\ln \text{MS}_2 - \ln \text{MS}_1) / (\text{T}_2 - \text{T}_1)$, em $\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$; TAL (taxa de assimilação líquida) = $(\text{MS}_2 - \text{MS}_1) / (\text{T}_2 - \text{T}_1) * (\ln \text{AF}_2 - \ln \text{AF}_1) / (\text{AF}_2 - \text{AF}_1)$, em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$; RAF (razão de área foliar) = AF / MS , em $\text{m}^2.\text{g}^{-1}$, AFE (área foliar específica) = $\text{AF} / \text{MS}(\text{folhas})$, em $\text{m}^2.\text{g}^{-1}$ onde: MS: massa seca total, T: tempo, AF: área foliar.

Aos 100 DAS, também, foi calculado o índice de colheita (IC), obtido pela relação entre a massa seca de aquênios e a massa seca total da planta (CASTRO & FARIAS, 2005).

Os dados avaliados foram submetidos aos testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Posteriormente, foram submetidos à análise de variância, por época de coleta. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância, foi constatado que houve efeito isolado de lote de aquênios para a porcentagem de emergência de plântulas aos 20 DAS (Tabela 14), para massa de matéria seca total e índice de área foliar (IAF) aos 80 DAS (Tabela 15), para TCC de 60 a 80 e de 80 a 100 DAS (Tabela 16). Também, foi constatado efeito isolado de densidade de semeadura para massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 40 e 60 DAS (Tabela 15) e para TCC e TCR no período de 20 a 40 DAS (Tabela 16).

Pela Tabela 14, foi observado que, independente da densidade de semeadura, a porcentagem de emergência de plântulas em campo foi reduzida quando foram utilizados os aquênios do lote 1, embora este valor não tenha diferido do apresentado pelo lote 2. Pelo histórico destes lotes, os lotes 1 e 2 apresentavam inicialmente menor germinação e vigor. Também, Albuquerque & Carvalho (2003) observaram que a utilização de aquênios de girassol de baixo vigor prejudicou a emergência de plântulas em campo. Para Marcos Filho (2005), a redução da porcentagem de emergência das plântulas é uma das conseqüências da interação do potencial fisiológico das sementes com as condições do ambiente no campo. No entanto, quando foi avaliado o índice de velocidade de emergência, não foi constatada diferença entre lotes e entre densidades de semeadura (Tabela 14).

Tabela 14. Porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE), obtidos aos 20 dias após a semeadura (DAS) de plantas de girassol provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob diferentes densidades de semeadura (45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹).

Densidade de semeadura	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Médias	CV% (parcela)	CV% (subparcela)
Emergência						
45.000	54,60	68,30	80,70	67,87a	7,12	12,21
75.000	53,40	53,40	65,20	57,33a		
Médias	54,00B ¹	60,85AB	72,95A			
Índice de Velocidade de Emergência						
45.000	0,77	1,00	1,02	0,93a	6,40	7,25
75.000	1,15	1,15	1,31	1,19a		
Médias	0,96A	1,07A	1,17A			

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

Aos 40 e 60 DAS, independente do nível de vigor dos aquênios, as plantas conduzidas sob a menor densidade de semeadura apresentaram os maiores valores de massa de matéria seca total por área (Tabela 15). Também, no mesmo período, as plantas conduzidas sob a menor densidade apresentaram os menores IAF (Tabela 15). Durante a fase de diferenciação floral, ou seja, no período entre 52 e 56 DAS, foi constatado que houve ausência de precipitação pluvial e que a temperatura máxima ocorrida foi de 36 °C (Figura 1). Essa condição é considerada desfavorável para o girassol, pois de acordo com Castro & Farias (2005), o girassol necessita de temperaturas entre 20 e 25 °C e precipitação pluvial de 0,6 a 8 mm.dia⁻¹. Assim, provavelmente sobre estas condições, as plantas, que estavam sob a maior

densidade, competiram por água, luz e nutrientes, provocando redução da produção de massa de matéria seca e do índice de área foliar. Estes resultados também foram encontrados por Cardinalli et al. (1985) e por Sarmah et al. (1992).

Tabela 15. Massa de matéria seca total ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) e índice de área foliar ($\text{m}^2\cdot\text{m}^{-2}$), obtidos aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a semeadura (DAS), de plantas de girassol provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob diferentes densidades de semeadura (45.000 e 75.000 sementes. ha^{-1}).

DAS	Densidade de semeadura	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Médias	CV% (parcela)	CV% (subparcela)
Massa de Matéria Seca Total							
20	45.000	1,87	1,91	2,12	1,97a	3,40	3,56
	75.000	2,07	2,31	2,23	2,20a		
	Médias	1,97A ¹	2,11A	2,18A			
40	45.000	119,99	128,68	126,17	124,95a	10,16	9,89
	75.000	53,78	79,74	79,28	70,93b		
	Médias	86,89A	104,21A	102,72A			
60	45.000	391,64	591,86	500,96	494,82a	5,24	9,42
	75.000	248,49	405,07	371,14	341,57b		
	Médias	320,06A	498,47A	436,05A			
80	45.000	638,17	969,79	1107,85	905,27a	2,76	5,97
	75.000	707,41	839,10	1204,44	916,98a		
	Médias	672,79B	904,44AB	1156,14A			
100	45.000	329,86	400,52	311,65	347,34a	5,38	6,43
	75.000	316,46	260,82	303,71	293,66a		
	Médias	323,16A	330,67A	307,68A			
Índice de Área Foliar							
20	45.000	0,030	0,034	0,037	0,034a	15,78	17,29
	75.000	0,037	0,042	0,038	0,039a		
	Médias	0,033A	0,038A	0,038A			
40	45.000	1,44	1,93	1,83	1,73a	13,90	14,60
	75.000	0,83	1,29	1,34	1,15b		
	Médias	1,13A	1,61A	1,59A			
60	45.000	1,84	2,66	2,67	2,39a	4,23	10,11
	75.000	1,62	1,42	2,07	1,70b		
	Médias	1,73A	2,04A	2,37A			
80	45.000	0,61	1,66	1,52	1,26a	7,03	5,59
	75.000	0,71	1,17	1,73	1,20a		
	Médias	0,66B	1,41A	1,62A			
100	45.000	-	-	-	-		
	75.000	-	-	-	-		
	Médias	-	-	-			

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

Além disso, aos 60 DAS, por ocasião do pleno do florescimento, o IAF foi de 2,39 $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ sob a menor densidade (Tabela 15). Para Castro & Farias (2005), o IAF ideal na floração para que a cultura do girassol possa atingir alta produtividade deve estar entre 2,5 e 3,0. Sobarad et al. (1996) encontraram IAF de 1,79 e 1,87, respectivamente, sob densidade de 83 mil sementes. ha^{-1} e de 111 mil sementes. ha^{-1} .

Pela Tabela 15 também foi possível constatar, aos 80 DAS, maior massa de matéria seca das plantas provenientes de aquênios do lote 3, embora este valor não tenha diferido do apresentado pelo lote 2. Esses resultados também podem ser explicados pelo maior IAF apresentado pelas plantas provenientes dos lotes 2 e 3, no mesmo período. Assim, embora tenha sido observada diferença na emergência entre plantas com diferentes níveis de vigor de aquênios (Tabela 14), esses efeitos só se manifestaram aos 80 DAS. Schuch et al. (2000) e Machado (2002) também constataram redução na produção de biomassa seca e na área foliar em plantas de aveia, devido ao menor vigor das sementes, mas essas diferenças foram aumentando com o avanço do crescimento das plantas.

Além disso, aos 80 DAS, por ocasião do final do florescimento, o valor de massa de matéria seca total obtido pelo lote 1 pode ser considerado baixo (Tabela 15), de acordo com Monteiro (2001). Para o autor, a máxima produção de massa seca em girassol que ocorre no período entre o final do florescimento e o desenvolvimento inicial dos aquênios foi de 1095 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ para a cultivar Morgan 734 e de 970 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ para a Cargill 11.

Foi constatado que, independente do nível de vigor, as maiores TCC ocorreram no período de 20 a 40 DAS, sob a menor densidade de semeadura (Tabela 16). Assim, provavelmente, a TCC possa explicar as diferenças encontradas na produção de massa de matéria seca e de IAF (Tabela 15). As plantas conduzidas sob a menor densidade apresentaram as maiores produções de massa de matéria seca e de IAF aos 40 DAS (Tabela 15). No entanto, aos 60 DAS, houve diferença na produção de massa de matéria seca e de IAF, sem contudo traduzir em diferenças na TCC. Também, na Tabela 16, pode-se constatar que, independente da densidade, os maiores valores de TCC ocorreram no período entre 60 e 80 DAS e entre 80 e 100 DAS, quando obtido de aquênios do lote 3, embora esses valores não tenham diferido do apresentado pelo lote 2. Aos 80 DAS, as plantas produzidas a partir de aquênios dos lotes 2 e 3 produziram maior massa de matéria seca, embora o valor apresentado pelo lote 2 não tenha diferido do lote 1 (Tabela 15). No mesmo período, os lotes 2 e 3 apresentaram os maiores IAF (Tabela 15). Também, em sementes de aveia preta (SCHUCH et al., 2000) constataram que diferenças na produção de matéria seca observadas até os 75 DAE, entre níveis de vigor de sementes e população de plantas, foram justificadas pelas diferenças nas TCC, que ocorreram até o mesmo período.

Tabela 16. Taxa de crescimento da cultura ($\text{g.m}^2.\text{dia}^{-1}$), taxa de crescimento relativo (g.g.dia^{-1}) e taxa de assimilação líquida ($\text{g.m}^2.\text{dia}^{-1}$), obtidos nos períodos de 20 a 40, de 40 a 60, de 60 a 80 e de 80 a 100 dias após a semeadura (DAS), de plantas de girassol provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob diferentes densidades de semeadura (45.000 e 75.000 sementes. ha^{-1}).

DAS	Densidade de semeadura	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Médias	CV% (parcela)	CV% (subparcela)
Taxa de Crescimento da Cultura							
20-40	45.000	5,90	6,33	6,20	6,14a	42,15	39,37
	75.000	2,59	3,87	3,85	3,44b		
	Médias	4,24A ¹	5,10A	5,02A			
40-60	45.000	13,58	23,16	18,73	18,49a	21,91	53,79
	75.000	9,73	16,27	14,59	13,53a		
	Médias	11,65A	19,71A	16,66A			
60-80	45.000	12,32	18,90	30,34	20,52a	59,60	50,31
	75.000	22,94	21,70	41,66	28,77a		
	Médias	17,63B	20,30AB	36,00A			
80-100	45.000	-15,41	-28,46	-39,81	-27,89a	56,16	50,91
	75.000	-19,55	-28,91	-45,04	-31,17a		
	Médias	-17,48B	-28,68AB	-42,42A			
Taxa de Crescimento Relativo							
20-40	45.000	0,21	0,21	0,20	0,21a	12,02	11,00
	75.000	0,15	0,18	0,18	0,17b		
	Médias	0,18A	0,19A	0,19A			
40-60	45.000	0,06	0,08	0,07	0,07a	33,18	36,06
	75.000	0,08	0,08	0,08	0,08a		
	Médias	0,07A	0,08A	0,08A			
60-80	45.000	0,02	0,02	0,04	0,03a	38,22	44,66
	75.000	0,05	0,04	0,06	0,05a		
	Médias	0,04A	0,03A	0,05A			
80-100	45.000	-0,03	-0,04	-0,06	-0,04a	46,67	41,16
	75.000	-0,04	-0,06	-0,07	-0,06a		
	Médias	-0,03A	-0,05A	-0,07A			
Taxa de Assimilação Líquida							
20-40	45.000	16,19	13,53	13,50	14,41a	23,57	34,36
	75.000	10,20	10,67	10,54	10,47a		
	Médias	13,19A	12,10A	12,02A			
40-60	45.000	8,15	10,15	9,87	9,39a	19,09	45,88
	75.000	5,25	12,01	8,59	9,62a		
	Médias	8,20A	11,08A	9,23A			
60-80	45.000	11,02	8,88	14,77	11,55a	61,78	28,07
	75.000	20,67	16,49	22,06	19,74a		
	Médias	15,84A	12,69A	18,41A			

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

No período de 20 a 40 DAS, independente do nível de vigor, os valores de TCR foram maiores sob a menor densidade (Tabela 16). Além disso, atingiu $0,21 \text{ g.g.dia}^{-1}$. Em girassol, Barni et al. (1995) constataram que a TCR é de $0,20 \text{ g.g.dia}^{-1}$ no início do ciclo e esta reduziu a zero na maturidade fisiológica, devido ao aumento gradual de tecidos não assimilatórios.

Não foram observadas variações na TAL entre os parâmetros avaliados (Tabela 16), indicando que diferenças no nível de vigor e, ou, na densidade de semeadura não foram suficientes para afetar a eficiência fotossintética, mesmo ocorrendo variações no índice de área foliar e na produção de massa de matéria seca (Tabela 15). Também, Cox & Jolliff (1986), trabalhando com plantas de girassol, constataram que diferenças na produção de massa de matéria seca e de IAF provocaram diferenças na TCC, sendo que essas diferenças não foram observadas quando foi avaliada a TAL. Assim, pode-se dizer que as diferenças observadas na TCC provavelmente estão associadas ao IAF, uma vez que a TAL foi similar entre os tratamentos.

A RAF não variou entre os parâmetros avaliados (Tabela 17). No entanto, os valores foram de $0,012$ a $0,018 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$ no período vegetativo (0 a 40 DAS). Em girassol, Monteiro (2001) constatou que a RAF foi de $0,021$ para Cargill na densidade de $3 \text{ sementes.m}^{-1}$ e para Morgan 734 na densidade de $6 \text{ sementes.m}^{-1}$ aos 26 DAE, caracterizando o período vegetativo, apresentando maior área foliar em relação a massa de matéria seca total.

Tabela 17. Razão de área foliar ($m \cdot g^{-1}$), área foliar específica ($m^2 \cdot g^{-1}$) e índice de colheita ($g \cdot g^{-1}$), obtidos aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a semeadura (DAS) de plantas de girassol provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob diferentes densidades de semeadura (45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹).

DAS	Densidade de semeadura	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Médias	CV% (parcela)	CV% (subparcela)
Razão de Área Foliar							
20	45.000	0,015	0,018	0,017	0,017a	30,12	25,20
	75.000	0,018	0,018	0,017	0,018a		
	Médias	0,017A ¹	0,018A	0,017A			
40	45.000	0,012	0,015	0,015	0,014a	31,99	14,00
	75.000	0,015	0,016	0,017	0,016a		
	Médias	0,013A	0,015A	0,016A			
60	45.000	0,004	0,004	0,005	0,004a	7,88	20,03
	75.000	0,005	0,004	0,005	0,004a		
	Médias	0,004A	0,004A	0,005A			
80	45.000	0,002	0,002	0,001	0,002a	16,89	10,20
	75.000	0,001	0,001	0,002	0,001a		
	Médias	0,002A	0,001A	0,001A			
Área Foliar Específica							
20	45.000	0,025	0,022	0,026	0,024a	15,90	22,99
	75.000	0,026	0,026	0,025	0,026a		
	Médias	0,025A	0,024A	0,025A			
40	45.000	0,025	0,021	0,024	0,023a	12,95	9,17
	75.000	0,025	0,026	0,028	0,026a		
	Médias	0,025A	0,023A	0,026A			
60	45.000	0,014	0,013	0,015	0,014a	9,98	19,68
	75.000	0,012	0,016	0,016	0,015a		
	Médias	0,013A	0,014A	0,015A			
80	45.000	0,011	0,014	0,014	0,013a	40,54	46,64
	75.000	0,009	0,014	0,015	0,013a		
	Médias	0,010A	0,014A	0,014A			
Índice de Colheita							
100	45.000	0,35	0,36	0,42	0,38a	33,48	27,82
	75.000	0,30	0,42	0,48	0,40a		
	Médias	0,32A	0,39A	0,45A			

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

A AFE não variou entre os tratamentos (Tabela 17). No entanto, sob a maior densidade houve menor IAF e menor massa de matéria seca aos 40 e 60 DAS (Tabela 15). Estes resultados foram diferentes dos observados por Cardinalli et al. (1985), sob maior densidade de semeadura, a AFE aumentou devido o maior IAF, na mesma unidade de massa, ou seja, as folhas maiores e mais finas favoreceram à maior interceptação luminosa.

Ainda na Tabela 17, pode-se observar que o índice de colheita também não apresentou diferença entre os tratamentos. No entanto, os valores foram de 0,30 a 0,48 aos 100 DAS.

Também em girassol, Cox & Jolliff (1986) não constataram diferença no índice de colheita de plantas, mesmo quando apresentaram diferenças na produção de matéria seca, no IAF e na TCC. Para Castro & Farias (2005), o índice de colheita indica a eficiência da produção de aquênios da cultura obtido pela relação entre a massa seca de aquênios e a massa seca total, como resultado da redistribuição de carboidratos das partes vegetativas e acúmulo destes durante a maturação dos aquênios. Segundo Andrade (1995) e Castro & Farias (2005), o índice de colheita do girassol é baixo e deve situar-se entre 0,25 e 0,35, pois os aquênios tem em torno de 45% de óleo em sua composição e para o acúmulo de 1,0 g de lípidos, é requerido 3,0 g de glicose. Também em girassol, De La Vega & Hall (2002) encontraram índice de colheita em média de 0,35.

5.6 CONCLUSÕES

A utilização de aquênios de menor vigor produz plantas com menor massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 80 e 100 DAS, o que proporciona menor taxa de crescimento da cultura no período de 60 a 100 DAS.

Sob menor densidade, as plantas produzem maior massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 40 e 60 DAS, o que proporciona maior taxa de crescimento da cultura e taxa de crescimento relativo no período de 20 a 40 DAS.

A taxa de assimilação líquida, a razão de área foliar, a área foliar específica e o índice de colheita não foram influenciados pelo nível de vigor e pela densidade de semeadura.

5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M.C.de F. & CARVALHO, N.M. Effects of the environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soybean (*Glycine max* L. Merrill) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.31, p.465-479, 2003.
- ALVAREZ, C.G.D. et al. Avaliação das características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.402-408, 2006.
- ANDRADE, F.H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.41, n.1, p.1-12, 1995.
- BARNI, N.A. et al. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p. 167-184, 1995.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal:UNESP, 2003. 41p.
- BRASIL. Instrução Normativa nº25, de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 dez. 2005.
- CARDINALI, F.J. et al. Comportamiento de dos híbridos de girasol a bajas densidades de siembra. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracaibo, v.6, n.3, p.131-139, 1985.
- CASTRO, C. de & FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: CAMPOS LEITE, R. V. de; et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: CNPSo, 2005, p.163-218.
- COX, W.J. & JOLLIFF, G.D. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.1, p.226-230, 1986.
- DE LA VEGA, A.J. de & HALL, A.J. Effects of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield: I. Determinants of oil-corrected grain yield. **Crop Science**, Madison, v.42, p.1191-1201, 2002.
- HAMPTON, J.G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.30, n1, p.1-10, 2002.
- HÖFS, A. et al. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.92-97, 2004.
- JAUER, A. et al. Análise de crescimento da cultivar de feijão pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.10, n.1, p.1-12, 2003.

KOLCHINSKI, E.M. et al. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p.1248-1256, 2005.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002, 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Sementes), Universidade Federal de Pelotas.

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

MELO, P.T.B.S. et al. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p.84-94, 2006.

MONTEIRO, C. de A. **Análise de crescimento e produtividade agrícola de girassol conduzido na safrinha em cinco densidades de plantas**. 2001, 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade do Estado de São Paulo.

RAIJ, B.V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agronômico / Fundação IAC, 1997, 198 p.

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

SARMAH, P.C. et al. Growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties in relation to fertility level and plant population. **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v.37, n.2, p.285-289, 1992.

SCHNEITER, A.A. & MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, p.901-903, 1981.

SCHUCH, L.O.B et al. Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.6, n.2, p.97-101, 2000.

SOBARAD, P.M. et al. Seed yield and growth analysis of sunflower. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v.1, n.4, p.266-269, 1996.

6 CAPÍTULO V

ACÚMULO DE NUTRIENTES E RENDIMENTO DE ÓLEO EM PLANTAS DE GIRASSOL INFLUENCIADOS PELO VIGOR DOS AQUÊNIOS E PELA DENSIDADE DE SEMEADURA

6.1 RESUMO

O objetivo do trabalho foi o de avaliar o acúmulo de nutrientes e o rendimento de óleo de aquênios em plantas de girassol produzidas sob a influência do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura. Para isto, foi instalado um experimento em campo, com três distintos lotes de aquênios de girassol cv Embrapa 122 V2000, sob as densidades de semeadura de 45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹. As coletas das plantas foram realizadas aos 20, 60 e 100 dias após a semeadura (DAS) para avaliação da massa de matéria seca e do acúmulo de nitrogênio, de fósforo, de potássio e de cálcio nas folhas, no caule e no capítulo. Também, aos 100 DAS, foi feita a avaliação do rendimento de aquênios (kg.ha⁻¹), do teor de óleo e do rendimento de óleo (kg.ha⁻¹). Os resultados permitiram concluir que aos 60 DAS, no período entre o florescimento e o enchimento, ocorreu maior acúmulo de massa de matéria seca e de N, P, K e Ca no caule, nas folhas e total nas plantas de girassol produzidas sob a menor densidade de 45.000 sementes.ha⁻¹. Não houve efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no rendimento de óleo dos aquênios de girassol e nos índices de colheita de massa de matéria seca e nutrientes.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., grãos, época de colheita, macronutrientes.

6.2 ABSTRACT

The objective this work was to evaluate the nutrients accumulation and achenes oil yield in sunflower plants as affected by achenes vigour and sowing density. An experiment was installed in the field, with three lots of sunflower achenes, cultivar Embrapa 122 V2000 and two sowing density (45,000 e 75,000 seeds.ha⁻¹). The harvest were realized at 20, 60 and 100 days after planting (DAP) to the determination the dry mater, nitrogen, phosphorus, potassium and calcium. At 100 DAP too it was evaluated the achene yield (kg.ha⁻¹), the content oil and oil yield (kg.ha⁻¹). The results indicated that to the 60 days, at flowering high accumulation of dry mater, N, P K and Ca in stem, leaves and total at density of 45,000 seeds.ha⁻¹. The sunflower achenes oil yield and dry mater and nutrients harvest index not affected by the achenes vigour and sowing density to. There was a preferential translocation of N and P for the achenes.

Index terms: *Helianthus annuus* L., grain, harvest time, macronutrients

6.3 INTRODUÇÃO

O girassol ocupa taque entre as oleaginosas, sendo considerado a quinta oleaginosa em produção de grãos e a quarta em produção de óleo no mundo (ESTADOS UNIDOS, 2008). O óleo do girassol, presente nos grãos denominados de aquênios, apresenta alta qualidade para o consumo humano, bem como ainda pode ser usado como biodiesel (LAZAROTTO et al., 2005). Para a cultivar Embrapa 122 V2000, Carvalho et al. (2007) constataram que o rendimento de óleo variou entre 437,6 kg.ha⁻¹ para o Estado do RS e 1282,0 kg.ha⁻¹ para o DF. Também, Porto et al. (2008) verificaram que os rendimentos de óleo, para esta cultivar variou de 598,31kg.ha⁻¹ a 893,33kg.ha⁻¹, dependendo das condições ambientais.

Em relação aos fatores que contribuem para elevada produção da cultura, tem-se o acúmulo de nutrientes. Oliveira et al. (2005) constataram que a quantidade total extraída de macronutrientes na parte aérea para uma produção de 3.176 kg de aquênios.ha⁻¹ foi de 130kg.ha⁻¹ de N, 25 kg.ha⁻¹ de P e 400kg.ha⁻¹ de K, no período do florescimento. Para o híbrido Hélio 251, Castro & Farias (2005), verificaram que há aumento máximo de acúmulo de nutrientes no período entre 56 e 84 dias após a emergência, que corresponde a fase entre o florescimento e enchimento dos aquênios.

Outro fator que contribui para a alta produção da cultura é o estabelecimento de uma população de plantas adequada e uniformemente distribuída, que depende do vigor dos aquênios (MARCOS FILHO, 2005). Além disso, de acordo com MUSSI (2005), o ciclo de vida da planta pode ser influenciado pelas características fisiológicas dos aquênios e com isso apresentar capacidade diferenciada de acumular matéria seca.

Em relação ao rendimento de óleo, tem sido observado que este é influenciado por vários fatores genéticos e ambientais, dentre estes o arranjo de plantas. Silva & Nepomuceno (1991) verificaram que para a cultivar Contisol 711, quando foi aumentada a densidade de 30.000 para 70.000 plantas.ha⁻¹, o teor de óleo também aumentou de 42 para 45%. Silva et al. (1995) também trabalhando com a mesma cultivar, constataram que o além do teor de óleo aumentar de 38 para 40%, o rendimento de óleo também aumentou de 911 para 1081kg.ha⁻¹ com a elevação da densidade de plantas de 25.000 para 50.000 plantas.ha⁻¹.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes e o rendimento de óleo dos aquênios em plantas de girassol produzidas sob influência do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura.

6.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de campo da Bovinocultura de Leite (UFRRJ), em 2006, Planossolo, cujo resultado da análise química apresentava: pH(água) 5,5; Ca 3,2 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Mg 1,7 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; P21 mg L^{-1} ; K 32 mg L^{-1} ; H+Al 3,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e V% 63. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas com quatro repetições, por época de coleta. As parcelas foram representadas pelas densidades de semeadura (45 e 75 mil sementes. ha^{-1}) e as subparcelas por três lotes de aquênios de girassol cv. Embrapa 122 V2000, previamente classificados como de baixo, médio e alto vigor e, designados, respectivamente, de lote 1, 2 e 3. As coletas foram realizadas aos 20, 60 e 100 dias após a semeadura (DAS), que correspondem, respectivamente, a fase vegetativa, a fase entre o florescimento e o enchimento e a fase após a maturidade fisiológica (SCHNEITER & MILLER, 1981). Cada subparcela foi formada por oito linhas de 3,5 m, com espaçamento de 0,7 m.

Três meses antes da semeadura, foi realizada a calagem, visando atingir 70% de saturação por bases no solo. Na semeadura, foi feita a adubação com 10 kg.ha^{-1} de N (sulfato de amônio), com 30 kg.ha^{-1} de P_2O_5 (superfosfato simples) e com 50 kg.ha^{-1} de K_2O (cloreto de potássio) e, aos 30 DAS, foi feita a adubação de cobertura com 40 kg.ha^{-1} de N (sulfato de amônio) (RAIJ et al., 1997). Também foram coletados os dados médios diários de temperatura média e de umidade relativa (UR) do ar (INMET/PESAGRO-RIO).

Em cada coleta, as plantas foram separadas em caule, folhas+pecíolos e capítulo, e colocadas para secar a 60°C para avaliação da massa seca. Após a secagem, as amostras foram pesadas, moídas e submetidas à digestão, sendo o nitrogênio quantificado pelo método de destilação semi-micro-Kjeldahl, o potássio por fotometria de emissão de chama e o cálcio por fotometria de absorção (TEDESCO, 1995). O fósforo foi quantificado pelo método de colorimetria do metavanadato (MALAVOLTA et al., 1997). Os resultados das análises forneceram as concentrações dos nutrientes (N, P, K e Ca) e para se determinar a quantidade acumulada em cada parte da planta, multiplicou-se a concentração pela massa seca da referida parte. Também foi calculado o índice de colheita para cada nutriente, através da relação entre o acúmulo do nutriente nos aquênios e o acúmulo de nutrientes total. As análises foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo (UFRRJ).

Os capítulos colhidos aos 100 DAS foram debulhados e, os aquênios, previamente pesados, foram submetidos à 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}). No entanto, para isto, o delineamento experimental adotado de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas duas densidades de semeadura e as subparcelas pelos três lotes de aquênios.

Os dados, primeiramente, foram submetidos aos testes de Lilliefors e de Bartlett, para verificar a normalidade e homogeneidade dos erros (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Somente os dados coletados aos 20 DAS não foram submetidos à transformação de $\text{Log}(x)$. Posteriormente, por época de coleta, foi realizada a análise de variância e, em seguida, a avaliação da relação entre o maior e menor quadrado médio do erro, para verificar a possibilidade da análise conjunta dos dados (BANZATTO & KRONKA, 2006). No entanto, com base nos resultados não foi realizada a análise conjunta. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Nas tabelas encontram-se os dados originais.

6.5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Pelo resultado da análise de variância individual, foi constatado aos 60 dias após a semeadura (DAS), na fase de florescimento, o maior acúmulo de massa de matéria seca na parte aérea das plantas de girassol, independente do lote, apresentando valores em torno de 4944 kg.ha^{-1} sob a densidade de $45.000 \text{ sementes.ha}^{-1}$, com partição de 51,80% (2561 kg.ha^{-1}) do caule e de 32,44% (1604 kg.ha^{-1}) das folhas (Tabela 18). No entanto, Oliveira et al. (2005) constataram que nesta fase, a produção de matéria seca total no híbrido 251 foi de 8000 kg.ha^{-1} . De acordo com Castro & Farias (2005), o acúmulo de matéria seca está relacionado às características fenotípicas e ambientais. Assim, estes resultados podem ser devido à ausência de precipitação pluvial e de temperatura máxima de 36°C (Figura 1) no período entre 52 e 56 DAS. Essa condição é considerada desfavorável para o girassol (COX & JOLLIFF, 1986) e, com isso, pode ter prejudicado o acúmulo máximo de matéria seca por parte das plantas.

Já para massa de matéria seca de capítulos e de aquênios, aos 100 DAS, não foi constatada diferença entre tratamentos (Tabela 18). Rizzardi & Silva (1992) constataram que a massa de matéria seca nos aquênios diminuiu com o aumento da densidade de semeadura de 10.000 para $50.000 \text{ sementes.ha}^{-1}$, indicando que a cultivar Contisol 711 mostrou-se sensível ao aumento da competição intraespecífica. Também foi possível observar que para índice de colheita também não foi constatada diferença entre os tratamentos (Tabela 18). Cox & Jolliff (1986) também não verificaram diferença no índice de colheita de plantas de girassol, mesmo quando apresentaram diferenças na produção de massa de matéria seca em condição de restrição hídrica no solo.

O maior acúmulo de N no caule, folhas, capítulos e total, aos 60 DAS, foi observado sob $45.000 \text{ sementes.ha}^{-1}$, independente do lote (Tabela 19). Neste período, o acúmulo total foi de 127 kg.ha^{-1} , com partição de 33,85% (caule) e 50,39% (folhas), coincidindo com a época de maior acúmulo de massa de matéria seca da parte aérea das plantas (Tabela 18). Esses resultados foram semelhantes ao observado por Castro & Oliveira (2005), que neste mesmo período, verificaram que o acúmulo de nitrogênio em plantas de girassol do híbrido 251 foi em torno de 130 kg.ha^{-1} . Para o índice de colheita de nitrogênio não foi constatado diferença entre as densidades de semeadura e entre lotes de aquênios (Tabela 19).

Aos 60 DAS, para o acúmulo de P no caule e nas folhas, os maiores valores foram observados sob $45.000 \text{ sementes.ha}^{-1}$, independente do lote (Tabela 20). No entanto, aos 100 DAS, não houve diferença entre tratamentos. De acordo com Sfredo et al. (1984), para a cultivar Contisol, após a floração, a absorção de P pelas folhas e caule é menor, já que este é translocado para os capítulos e aquênios. Também para o índice de colheita de fósforo não foi constatado diferença entre os tratamentos (Tabela 20).

Para o acúmulo de K nas folhas, no caule e total, aos 60 DAS, o maior valor foi obtido sob a menor densidade de semeadura ($45.000 \text{ sementes.ha}^{-1}$), atingindo um total de 149 kg.ha^{-1} (Tabela 21). Este resultado é considerado baixo e pode estar relacionado ao baixo acúmulo de massa de matéria seca no período (Tabela 18). Além disso, não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos para capítulos, aquênios e para índice de colheita, em todas as épocas de coleta (Tabela 21).

Aos 60 DAS, o maior acúmulo de Ca nas folhas, no caule e total foi obtido sob a menor densidade de semeadura ($45.000 \text{ sementes.ha}^{-1}$), sendo que neste período o acúmulo total foi de 116 kg.ha^{-1} (Tabela 22). Sfredo et al. (1984), neste mesmo período, verificaram que o acúmulo de Ca pelas plantas de girassol da cultivar Contisol também foi de 110 kg.ha^{-1} . Para o índice de colheita de cálcio não foi constatado diferença entre os tratamentos, ficando

em média de 0,28% (Tabela 22). No entanto quando comparado com os demais índices de colheita, foi possível constatar que os índices de colheita de nitrogênio (Tabela 19) e de fósforo (Tabela 20) foram superiores aos índices de colheita de massa de matéria seca da parte aérea (Tabela 18), de potássio (Tabela 21) e de cálcio (Tabela 22), indicando uma translocação preferencial de N e P para os aquênios. Também Castro & Oliveira (2005) constataram que para a cultura do girassol, apenas o N e o P são exportados em grandes quantidades para os aquênios, os demais nutrientes apresentam taxa de exportação reduzida, ficando as maiores quantidades nos restos vegetais como caule e folhas.

Tabela 18. Massa de matéria seca de caule, folhas, capítulo, aquênios e total (kg.ha⁻¹), e de índice de colheita dos aquênios, obtidos de plantas de girassol colhidas aos 20, 60 e 100 DAS, provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob 45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹.

Lotes	20			60			100		
	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias
Caule									
1	5	6	5a	1717	1123	1420a	1181	1182	1181a
2	4	6	5a	3511	2148	2829a	1395	786	1090a
3	5	5	5a	2456	1777	2116a	1085	1164	1124a
Médias	5A*	6A		2561A	1683B		1220A	1044A	
C.V.(%) parcela	31,09			5,11			7,02		
C.V.(%)subparcela	32,10			13,36			9,63		
Folhas									
1	14	15	14a	1477	964	1220a	246	181	213a
2	15	17	16a	1651	1312	1481a	222	208	215a
3	17	18	17a	1683	1388	1535a	156	210	183a
Médias	15A	17A		1604A	1221B		208A	200A	
C.V.(%) parcela	39,15			6,39			9,67		
C.V.(%)subparcela	30,48			9,74			27,58		
Capítulo									
1	-	-	-	722	399	560a	723	637	680a
2	-	-	-	756	534	645a	753	550	651a
3	-	-	-	857	539	698a	637	589	613a
Médias	-	-	-	778A	491B		704A	592A	
C.V.(%) parcela				15,11			5,98		
C.V.(%)subparcela				10,35			7,69		
Aquênios									
1	-	-	-	-	-	-	1149	1165	1157a
2	-	-	-	-	-	-	1635	1064	1349a
3	-	-	-	-	-	-	1474	1073	1273a
Médias	-	-	-	-	-	-	1419A	1101A	
C.V.(%) parcela							8,41		
C.V.(%)subparcela							10,41		
Total									
1	19	21	20a	3916	2485	3200a	3299	3165	3232a
2	19	23	21a	5918	3994	4956a	4005	2608	3306a
3	21	22	21a	4997	3704	4350a	3517	3037	3277a
Médias	20A	22A		4944A	3394B		3607A	2937A	
C.V.(%) parcela	34,03			5,28			5,32		
C.V.(%)subparcela	35,85			9,45			6,38		
IC									
1	-	-	-	-	-	-	0,34	0,36	0,35a
2	-	-	-	-	-	-	0,40	0,41	0,40a
3	-	-	-	-	-	-	0,46	0,35	0,40a
Médias	-	-	-	-	-	-	0,40A	0,37A	
C.V.(%) parcela							3,63		
C.V.(%)subparcela							10,12		

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Tabela 19. Acúmulo de nitrogênio no caule, nas folhas, no capítulo, nos aquênios e total (kg.ha⁻¹), e de índice de colheita dos aquênios, obtidos de plantas de girassol colhidas aos 20, 60 e 100 DAS, provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob 45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹.

Lotes	20			60			100		
	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias
Caule									
1	0,1	0,2	0,1a	35	15	25a	7	6	6a
2	0,1	0,2	0,1a	52	22	37a	6	3	5a
3	0,1	0,1	0,1a	42	22	32a	5	6	5a
Médias	0,1A*	0,2A		43A	20B		6A	5A	
C.V.(%) parcela	24,68			11,74			27,33		
C.V.(%) subparcela	28,88			24,39			20,52		
Folhas									
1	0,7	0,7	0,7a	50	41	45a	5	4	4a
2	0,8	0,8	0,8a	72	55	63a	4	4	4a
3	0,8	0,8	0,8a	71	61	66a	3	4	3a
Médias	0,8A	0,8A		64A	52B		4A	4A	
C.V.(%) parcela	32,40			4,67			20,99		
C.V.(%) subparcela	30,94			13,63			18,16		
Capítulo									
1	-	-	-	16	13	14a	14	14	14a
2	-	-	-	20	16	18a	16	10	13a
3	-	-	-	24	18	21a	12	11	11a
Médias	-	-	-	20A	15A		14A	12A	
C.V.(%) parcela				21,69			5,74		
C.V.(%) subparcela				15,31			17,57		
Aquênios									
1	-	-	-	-	-	-	68	63	66a
2	-	-	-	-	-	-	97	66	82a
3	-	-	-	-	-	-	106	66	86a
Médias	-	-	-	-	-	-	88A	65A	
C.V.(%) parcela							9,56		
C.V.(%) subparcela							11,95		
Total									
1	0,8	0,9	0,8a	101	69	85a	94	87	90a
2	0,9	1,0	0,9a	144	93	118a	123	83	104a
3	0,9	0,9	0,9a	137	101	119a	126	87	105a
Médias	0,9A	0,9A		127A	87B		112A	86A	
C.V.(%) parcela	37,94			2,13			8,18		
C.V.(%) subparcela	37,32			13,86			9,47		
IC									
1	-	-	-	-	-	-	0,72	0,72	0,72a
2	-	-	-	-	-	-	0,79	0,79	0,79a
3	-	-	-	-	-	-	0,84	0,76	0,80a
Médias	-	-	-	-	-	-	0,79A	0,76A	
C.V.(%) parcela							12,16		
C.V.(%) subparcela							7,23		

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Tabela 20. Acúmulo de fósforo no caule, nas folhas, no capítulo, nos aquênios e total (kg.ha⁻¹), e de índice de colheita dos aquênios obtidos de plantas de girassol colhidas aos 20, 60 e 100 dias após a semeadura, provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob 45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹.

Lotes	20			60			100		
	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias
Caule									
1	0,01	0,01	0,01a	3	2	3a	1	1	1a
2	0,01	0,01	0,01a	6	4	5a	2	1	1a
3	0,01	0,01	0,01a	4	3	3a	1	2	1a
Médias	0,01A*	0,01A		4A	2,86B		1A	1A	
C.V.(%) parcela	36,93			20,41			18,37		
C.V.(%) subparcela	20,60			34,34			18,74		
Folhas									
1	0,05	0,04	0,04a	4	3	4a	0,55	0,43	0,49a
2	0,05	0,05	0,05a	5	3	4a	0,50	0,52	0,51a
3	0,06	0,05	0,05a	4	3	4a	0,34	0,42	0,38a
Médias	0,05A	0,05A		4A	3B		0,46A	0,46A	
C.V.(%) parcela	31,08			23,23			30,46		
C.V.(%) subparcela	31,98			37,81			21,26		
Capítulo									
1	-	-	-	2	1	1a	17	16	16a
2	-	-	-	2	1	1a	21	18	20a
3	-	-	-	2	1	1a	19	20	19a
Médias	-	-	-	2A	1A		19A	18A	
CV% (parcela)				25,72			7,03		
CV% (subparcela)				19,69			14,96		
Aquênios									
1	-	-	-	-	-	-	24	20	22a
2	-	-	-	-	-	-	35	23	29a
3	-	-	-	-	-	-	32	25	29a
Médias	-	-	-	-	-	-	30A	23A	
C.V.(%) parcela							7,53		
C.V.(%) subparcela							14,70		
Total									
1	0,06	0,05	0,05a	9	6	7a	43	38	40a
2	0,06	0,06	0,06a	12	8	10a	58	42	50a
3	0,07	0,06	0,06a	10	7	8a	53	47	50a
Médias	0,06A	0,06A		10A	7B		51A	42A	
C.V.(%) parcela	20,90			11,87			5,98		
C.V.(%) subparcela	28,92			29,87			9,15		
IC									
1	-	-	-	-	-	-	0,55	0,53	0,54a
2	-	-	-	-	-	-	0,60	0,53	0,56a
3	-	-	-	-	-	-	0,61	0,54	0,57a
Médias	-	-	-	-	-	-	0,59A	0,53A	
C.V.(%) parcela							7,12		
C.V.(%) subparcela							15,16		

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Tabela 21. Acúmulo de potássio no caule, nas folhas, no capítulo, nos aquênios e total (kg.ha⁻¹), e de índice de colheita dos aquênios obtidos de plantas de girassol colhidas aos 20, 60 e 100 dias após a sementeira, provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob 45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹.

Lotes	20			60			100		
	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias
Caule									
1	0,17	0,19	0,18a	47	30	38a	22	19	20a
2	0,12	0,19	0,15a	109	61	85a	23	10	16a
3	0,15	0,16	0,15a	78	51	64a	16	18	17a
Médias	0,15A*	0,18A		78A	47B		20A	15A	
C.V.(%) parcela	31,17			7,83			18,51		
C.V.(%) subparcela	34,19			17,24			14,75		
Folhas									
1	0,49	0,53	0,51a	55	27	41a	4	3	3a
2	0,56	0,68	0,62a	46	40	43a	4	4	4a
3	0,60	0,66	0,63a	53	45	49a	3	3	3a
Médias	0,55A	0,62A		52A	38B		4A	3A	
C.V.(%) parcela	35,94			6,47			26,97		
C.V.(%) subparcela	28,59			14,15			24,96		
Capítulo									
1	-	-	-	19	11	15a	23	19	21a
2	-	-	-	19	13	16a	20	17	18a
3	-	-	-	21	14	18a	17	18	17a
Médias	-	-	-	20A	13A		20A	18A	
C.V.(%) parcela				20,62			8,96		
C.V.(%) subparcela				16,47			15,41		
Aquênios									
1	-	-	-	-	-	-	24	21	23a
2	-	-	-	-	-	-	34	30	32a
3	-	-	-	-	-	-	33	29	31a
Médias	-	-	-	-	-	-	30A	27A	
C.V.(%) parcela							8,54		
C.V.(%) subparcela							13,05		
Total									
1	0,66	0,72	0,69a	121	68	94a	73,11	62,30	68a
2	0,68	0,87	0,77a	174	115	145a	79,74	60,72	70a
3	0,75	0,82	0,78a	152	110	131a	69,39	67,42	68a
Médias	0,70A	0,80A		149A	98B		74,08A	63,48A	
C.V.(%) parcela	29,72			4,88			6,86		
C.V.(%) subparcela	24,60			12,32			8,02		
IC									
1	-	-	-	-	-	-	0,33	0,34	0,33a
2	-	-	-	-	-	-	0,42	0,50	0,46a
3	-	-	-	-	-	-	0,47	0,42	0,44a
Médias	-	-	-	-	-	-	0,41A	0,42A	
C.V.(%) parcela							11,13		
C.V.(%) subparcela							21,52		

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Tabela 22. Acúmulo de cálcio no caule, nas folhas, no capítulo, nos aquênios e total (kg.ha⁻¹), e de índice de colheita dos aquênios obtidos de plantas de girassol colhidas aos 20, 60 e 100 dias após a semeadura, provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob 45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹.

Lotes	20			60			100		
	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias	45.000	75.000	médias
Caule									
1	0,14	0,16	0,15a	37	26	31a	21	23	22a
2	0,11	0,17	0,14a	73	45	59a	24	15	20a
3	0,14	0,13	0,13a	55	42	49a	20	23	22a
Médias	0,13A*	0,15A		55A	37B		22A	20A	
C.V.(%) parcela	28,62			6,22			9,49		
C.V.(%) subparcela	32,79			19,62			16,89		
Folhas									
1	0,37	0,41	0,39a	40	27	33a	6	3	4a
2	0,46	0,51	0,48a	44	31	37a	5	4	4a
3	0,45	0,46	0,45a	45	35	40a	3	4	3a
Médias	0,43A	0,46A		43A	31B		5A	4A	
C.V.(%) parcela	28,45			7,75			19,46		
C.V.(%) subparcela	28,64			13,81			31,47		
Capítulo									
1	-	-	-	15	10	12a	14	13	13a
2	-	-	-	19	12	16a	15	11	13a
3	-	-	-	20	15	17a	11	11	10a
Médias	-	-	-	18A	12A		13A	12A	
C.V.(%) parcela				23,19			10,01		
C.V.(%) subparcela				17,60			16,99		
Aquênios									
1	-	-	-	-	-	-	12	11	11a
2	-	-	-	-	-	-	15	18	16a
3	-	-	-	-	-	-	22	13	18a
Médias	-	-	-	-	-	-	16A	14A	
C.V.(%) parcela							13,32		
C.V.(%) subparcela							17,71		
Total									
1	0,51	0,57	0,54a	91	62	77a	52	50	51a
2	0,57	0,68	0,62a	137	88	112a	59	48	53a
3	0,59	0,59	0,59a	120	91	106a	57	51	54a
Médias	0,56A	0,61A		116A	80B		56A	50A	
C.V.(%) parcela	32,32			5,90			6,61		
C.V.(%) subparcela	34,11			12,60			10,51		
IC									
1	-	-	-	-	-	-	0,23	0,22	0,22a
2	-	-	-	-	-	-	0,25	0,37	0,31a
3	-	-	-	-	-	-	0,39	0,25	0,32a
Médias	-	-	-	-	-	-	0,29A	0,28A	
C.V.(%) parcela							13,14		
C.V.(%) subparcela							10,12		

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

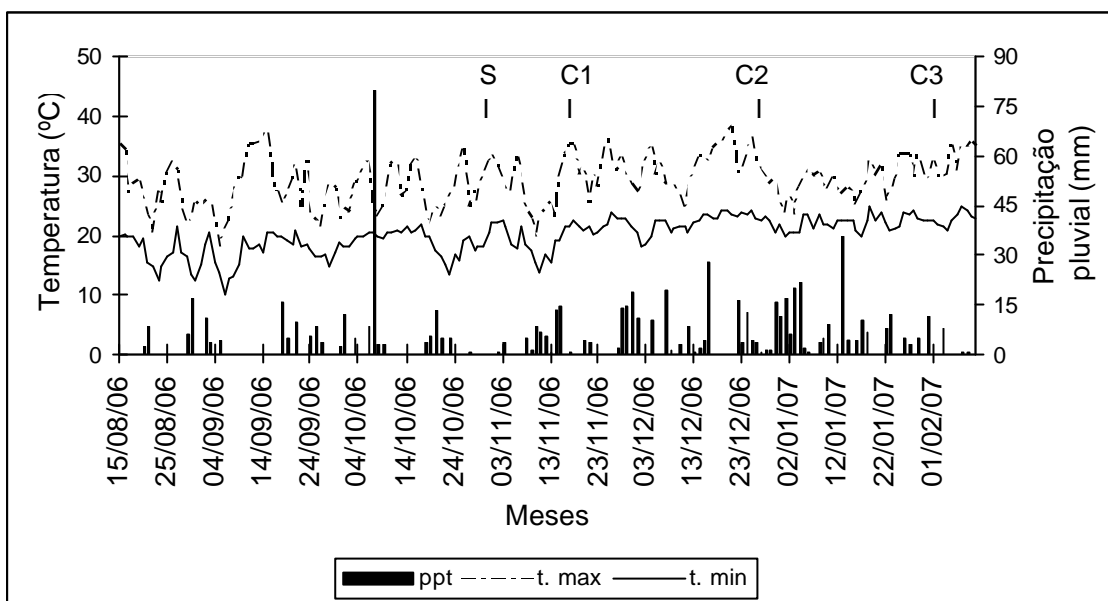


Figura 1. Dados diários de temperatura máxima e mínima e de precipitação pluviométrica no período do experimento. Seropédica-RJ.(S=semeadura – 27/10/2006, C1 = coleta aos 20 DAS 16/11/2006, C2 = coleta aos 60 DAS – 26/12/2006, C3 = coleta aos 100 DAS – 04/02/2007)

Pela Tabela 23 foi possível observar que sob a menor densidade de semeadura (45.000 sementes.ha⁻¹), as maiores porcentagens de óleo nos aquênios foram obtidos de plantas provenientes do lote 1 (considerado de menor vigor). Além disso, o teor de óleo dos aquênios foi em média de 48,98% e 50,66% quando obtidos nas densidades de semeadura de 45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹, respectivamente. Silva & Nepomuceno (1991) verificaram que para a cultivar Contisol 711, ao aumentar a densidade de 30 para 70.000 sementes.ha⁻¹, o teor de óleo aumentou de 42,4% para 45,6%.

Para o rendimento de aquênios, foi verificado que sob a densidade de 45.000 sementes.ha⁻¹, foram observados os maiores valores independente dos lotes (Tabela 23). No entanto, para rendimento de óleo, não foi constatado diferença entre os tratamentos. Para a cultivar Contissol 711, Silva et al. (1995) relataram que o rendimento de óleo aumentou de 793kg.ha⁻¹ para 1024kg.ha⁻¹ ao aumentar a densidade de 30.000 para 70.000 plantas.ha⁻¹, já para a cultivar GR 10, o rendimento de óleo reduziu de 1500 para 1200kg.ha⁻¹ à medida que se elevou a densidade de 30.000 para 80.000 plantas.ha⁻¹, principalmente devido ao decréscimo no rendimento de aquênio.

Tabela 23. Teor de óleo dos aquênios (%) e rendimento de aquênios e de óleo (kg.ha⁻¹) obtidas de plantas de girassol provenientes de lotes de aquênios com distintos níveis de vigor, designados de lote 1, 2 e 3, sob 45.000 e 75.000 sementes.ha⁻¹.

Lotes	45.000	75.000	Médias
Teor de óleo			
1	49,96Aa*	48,99Bb	49,48
2	49,38Bb	51,01Aa	50,19
3	47,62Bc	51,98Aa	49,80
Médias	48,98	50,66	
C.V.(%) parcela	0,41		
C.V.(%) subparcela	0,71		
Rendimento de aquênios			
1	1242,88	1287,62	1265,25a
2	1587,39	1365,40	1476,39a
3	2000,35	1139,81	1570,08a
Médias	1610,21A	1264,27B	
C.V.(%) parcela	6,25		
C.V.(%) subparcela	10,13		
Rendimento de óleo			
1	620,94	630,80	625,87a
2	783,85	696,49	740,14a
3	952,57	592,47	772,52a
Médias	785,78A	639,92A	
C.V.(%) parcela	12,61		
C.V.(%) subparcela	8,94		

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

6.6 CONCLUSÕES

Aos 60 DAS, entre o florescimento e o enchimento, ocorreu maior acúmulo de massa de matéria seca e de N, P, K e Ca no caule, nas folhas e total nas plantas de girassol produzidas sob a menor densidade de 45.000 sementes.ha⁻¹.

Não houve efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no rendimento de óleo dos aquênios de girassol e nos índices de colheita de massa de matéria seca e nutrientes.

Houve uma translocação preferencial de N e P para os aquênios.

6.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.do N. **Experimentação Agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.
- 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: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de; **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.
- CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F.A. de; Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de; **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.317-373.
- COX, W.J.; JOLLIFF, G.D. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.1, p.226-230, 1986.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds**. World markets and trade. Washington, 2008. 34p. (Circular Series, FOP 2-08).
- LAZZAROTTO, J.J.; ROESSING, A.C.; MELLO, A.C. Agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.15-42.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, São Paulo, 1997. 319p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia 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.
- OLIVEIRA, F. A de; CASTRO, C.de; FRANCHINI, J.C.; TORRES, E. Manejo do solo. In: LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de; **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 299-316.
- 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.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas, Instituto Agrônomo / Fundação IAC, 1997 198 p.

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

RIZZARDI, M.A.; SILVA, P.R.F. da. Partição de matéria seca e óleo nos aquênios de girassol em função da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.4, n.2, p.113-116, 1992.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, p.901-903, 1981.

SFREDO, G.J.; CAMPO, R.J.; SARRUGE, J.R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Londrina, Embrapa-CNPSO, 1984. 36p.

SILVA, P.R.P., 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.
TEDESCO, M.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, UFRGS, 1995. 174p.

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.

7. CONCLUSÕES GERAIS

Os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada foram eficientes para classificar os lotes de aquênios de girassol.

Em condições adversas, a emergência das plântulas de girassol em campo apresentou maior correlação com os testes de envelhecimento acelerado, de deterioração controlada e de condutividade elétrica.

A utilização de aquênios vigorosos de girassol foi favorável ao desenvolvimento das plantas após 60 DAS e esse efeito persistiu até a produção, na ausência de diferença na população inicial.

A utilização de aquênios de menor vigor produz plantas com menor massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 80 e 100 DAS, o que proporciona menor taxa de crescimento da cultura no período de 60 a 100 DAS.

Sob menor densidade, as plantas produzem maior massa de matéria seca total e índice de área foliar aos 40 e 60 DAS, o que proporciona maior taxa de crescimento da cultura e taxa de crescimento relativo no período de 20 a 40 DAS.

Aos 60 DAS, entre o florescimento e o enchimento, ocorreu maior acúmulo de massa de matéria seca e de N, P, K e Ca no caule, nas folhas e total nas plantas de girassol produzidas sob a menor densidade de 45.000 sementes.ha⁻¹.

Não houve efeito do vigor dos aquênios e da densidade de semeadura no rendimento de óleo dos aquênios de girassol e nos índices de colheita de massa de matéria seca e nutrientes.