

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de  
girassol**

**Ludmila Fonseca da Silva**

**2011**



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

**TESTES DE VIGOR PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE  
SEMENTES DE GIRASSOL**

**LUDMILA FONSECA DA SILVA**

*Sob Orientação da Professora*  
**Claudia Antonia Vieira Rossetto**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre em Ciências no  
Curso de Pós Graduação em  
Fitotecnia

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2011

635.93399

S586t

Silva, Ludmila Fonseca, 1982-.

T

Testes de vigor para avaliação da  
qualidade de sementes de girassol/  
Ludmila Fonseca Silva - 2011.

40 f.: il.

Orientador: Claudia Antonia Vieira  
Rossetto.

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

Inclui bibliografias.

1. Girassol - Semente - Teses. 2.  
Girassol - Semente - Qualidade -  
Teses. 3. Sementes - Qualidade -  
Teses. 4. Germinação - Teses. I.  
Rossetto, Claudia Antonia Vieira. II.  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em  
Fitotecnia. III. Título.

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

**LUDMILA FONSECA DA SILVA**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 25/02/2011.

---

Claudia A. V. Rossetto (Dr<sup>a</sup>) Dept<sup>o</sup> Fitotecnia- UFRRJ  
(Orientadora)

---

Antonio Carlos Silva de Andrade (Dr.) - JB/RJ

---

Pedro Corrêa Damasceno Junior (Dr.) Dept<sup>o</sup> Fitotecnia - UFRRJ

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, Maria Luisa e à minha tia, Maria da Glória, pelo apoio, incentivo e compreensão.

À professora Claudia, pela orientação e ensinamentos.

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

Ao Cnpq, pela concessão das bolsas de pesquisa.

As amigas, Camila, Natasha, pela amizade e companheirismo.

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

Aos funcionários do Instituto de Agronomia.

## RESUMO

SILVA, Ludmila Fonseca. **Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de girassol**. Seropédica: UFRRJ, 2011. 29p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Foram instalados dois experimentos. O primeiro foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de girassol após a hidratação pelos métodos da atmosfera úmida e substrato úmido combinados a 10 e 20°C para elevar o teor de água das sementes para 15, 20 e 25%. Para isto, a qualidade fisiológica inicial e após o umedecimento das sementes foi determinada pelos testes de germinação e de vigor. O segundo experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a precocidade da emissão de raiz primária de sementes de girassol como teste de vigor. Para isto, quatro lotes de sementes foram submetidos a testes de germinação e vigor, entre eles, o de emissão de raiz primária, visando a porcentagem de emissão e o índice de precocidade. Pelos resultados foi possível concluir que o método do substrato úmido a 10°C visando aumentar o teor de água a 15 e 20% foi favorável para o umedecimento das sementes de elevada qualidade, embora tenha sido observado pequena redução do vigor das plântulas. O teste de emissão de raiz primária após 48 horas foi eficiente na classificação de distintos níveis de vigor dos lotes de sementes de girassol.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L., embebição, deterioração, germinação, vigor, teor de água.

## ABSTRACT

SILVA, Ludmila Fonseca. **Vigor tests to evaluate the quality of sunflower seeds.** Seropédica: UFRRJ, 2011. 29p. Dissertation (Master Science in Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Two experiments were installed. The first experiment was conducted to evaluate the physiological quality of sunflower seeds after hydration by the methods of humid atmosphere and soak substrate combined to 10 and 20°C to increase the water content of seeds for 15, 20 and 25%. For this, the initial physiological quality and after the moistening of the seeds was determined by germination tests and vigor. The second experiment was conducted to evaluate the precocity of the primary root emission of sunflower seeds as a vigor test. For this, four seed lots were tested for germination and vigor, among them, the primary root emission aiming percentage of emission and precocity index. From the results it was concluded that the method of soak substrate at 10°C to increase the water content at 15 and 20% was positive for moistening the seeds of high quality, although it has seen little reduction in seedling vigor. The test root emission after 48 hours was effective in classifying different levels of vigor lots of sunflower seeds.

**Key words:** *Helianthus annuus* L., imbibition, deterioration, germination, vigor, moisture content.

## ÍNDICE DE TABELAS

**Tabela 1.** Dados médios, em porcentagem, de germinação (G), de primeira contagem (PC), de germinação a baixa temperatura (GF), de emergência em areia (Em), de índice de velocidade de emergência (IVE) e de massa de raiz (MR), de hipocótilo (MH) e comprimento de raiz (CR), de hipocótilo (CH) e comprimento total (CT), obtidos de dois lotes de sementes de girassol.....11

**Tabela 2.** Dados médios de germinação, de primeira contagem da germinação, de germinação a baixa temperatura, de emergência de plântulas em areia, de índice de velocidade de emergência, de massa de plântulas (raiz e hipocótilo) e de comprimento de plântulas (raiz, hipocótilo e total), obtidos de sementes de girassol dos lotes 1 e 2, umedecidos a 15%, pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.....12

**Tabela 3.** Dados médios de germinação, de primeira contagem da germinação, germinação a baixa temperatura, de emergência de plântulas em areia, de índice de velocidade de emergência, de massa de plântulas (raiz e hipocótilo) e de comprimento de plântulas (raiz, hipocótilo e total), obtidos de sementes de girassol dos lotes 1 e 2, umedecidos a 20%, pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.....13

**Tabela 4.** Dados médios de germinação, de primeira contagem da germinação, germinação a baixa temperatura, de emergência de plântulas em areia, de índice de velocidade de emergência, de massa de plântulas (raiz e hipocótilo) e de comprimento de plântulas (raiz, hipocótilo e total), obtidos de sementes de girassol dos lotes 1 e 2, umedecidos a 25%, pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.....14

**Tabela 5.** Dados médios, em porcentagem, de germinação, de plântulas normais na primeira contagem da germinação, de emergência de plântulas em areia e campo, de envelhecimento acelerado, de germinação em condições de baixa temperatura (teste frio), de deterioração controlada, de emissão de raiz primária (Per) após 30, 36, 42, 48 horas, bem como de índice de velocidade de emergência em areia e campo (IVE) e de índice de emissão de raiz primária (IPER), obtidos de quatro lotes de sementes de girassol.....23

**Tabela 6.** Coeficiente de correlação de Pearson entre os resultados dos testes de porcentagem de emissão de raiz primária (Per) após 30, 36, 42, 48 horas e de índice de emissão de raiz primária (IPER) com os de germinação, de plântulas na primeira contagem, de emergência de plântulas em areia e campo, de envelhecimento acelerado, de germinação sob baixa temperatura (teste frio), de deterioração controlada e de índice de velocidade de emergência em areia e campo (IVE), obtidos de quatro lotes de sementes de girassol.....24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
1.1 Objetivos Gerais.....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
2.1 A Cultura do girassol.....	2
2.2 Qualidade das sementes e procedimentos para avaliação.....	3
2.3 Referências Bibliográficas.....	4
<b>3 CAPÍTULO I. POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE GIRASSOL INFLUENCIADO PELO UMEDECIMENTO ARTIFICIAL</b> .....	6
3.1 Resumo.....	7
3.2 Abstract.....	8
3.3 Introdução.....	9
3.4 Material e Métodos.....	10
3.5 Resultados e Discussão.....	11
3.6 Conclusões.....	15
3.7 Referências Bibliográficas.....	16
<b>4 CAPÍTULO II. PRECOCIDADE DE EMISSÃO DA RAIZ PRIMÁRIA PARA AVALIAR O VIGOR DE SEMENTES DE GIRASSOL</b> .....	18
4.1 Resumo.....	19
4.2 Abstract.....	20
4.3 Introdução.....	21
4.4 Material e Métodos.....	22
4.5 Resultados e Discussão.....	23
4.6 Conclusões.....	25
4.7 Referências Bibliográficas.....	26
<b>5 CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	28
<b>ANEXOS</b> .....	29

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é caracterizado como opção aos produtores brasileiros, para a alimentação humana e animal, produção de mel, óleo comestível e biodiesel. Além disso, a espécie é cultivada em diversas regiões do Brasil e apresenta produção praticamente durante todo o ano, podendo ser cultivado no início ou final da época das chuvas.

Para instalar os campos de girassol com população inicial uniforme e conseqüentemente, maior probabilidade de sucesso em produção é fundamental a utilização de sementes com elevada qualidade. O teste de deterioração controlada é um dos testes utilizados para avaliação da qualidade fisiológica de sementes. No entanto, na condução deste teste se faz necessário a pré-hidratação das sementes, o que pode ocasionar danos as sementes devido a velocidade de embebição, interferindo assim na qualidade das sementes.

Durante a dessecação das sementes, ocorre a alteração do estado físico das membranas, passando de cristalino líquido para gel, no entanto com a hidratação ocorre o processo inverso. É necessário que a entrada de água na semente aconteça de maneira lenta a fim de permitir o retorno das membranas para o estado cristalino líquido, formando uma barreira efetiva, evitando perdas por lixiviação de eletrólitos e danos celulares.

A velocidade com que a semente absorve água durante a pré-hidratação está sujeita a diversos fatores, incluindo a temperatura de exposição, a disponibilidade hídrica, o grau de umidade inicial das sementes, e a composição química das sementes.

Os testes de vigor complementam o teste de germinação na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, determinando a capacidade do lote analisado de se estabelecer sob condições desfavoráveis de temperatura, quantidade de água ou aeração. Esses testes fornecem informações mais específicas quanto à qualidade do lote comercializado. Esforços de pesquisas vêm sendo aplicados com o intuito de avaliar os testes de vigor, de maneira a identificar os que representam com maior precisão o comportamento das sementes em campo. A correlação entre os testes de vigor realizados em laboratório com o teste realizado à campo desempenho das plântulas em campo é ferramenta importante para que a seleção dos lotes com maior vigor, proporcionando ganhos em produção.

### 1.1 Objetivos Gerais

1- Avaliar a qualidade fisiológica das sementes de girassol após a hidratação pelos métodos da atmosfera úmida e substrato úmido combinados a 10 e 20°C para elevar o teor de água das sementes para 15, 20 e 25%.

2- Avaliar a precocidade da emissão de raiz primária de sementes de girassol como teste de vigor

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) pertence à família Asteraceae, subfamília Asteroideae (Castro e Farias, 2005), é uma planta originária do sudoeste do México (BONACIN et al., 2009). Esta espécie foi levada a Europa no século XVI e reintroduzida através da Europa para América do Norte no século 19 (DALL'AGNOL et al., 2005).

A planta apresenta como características botânicas altura que varia de 0,7 a 4,0 m, com caule de diâmetro médio de 4 cm, não possuindo ramificações. Possui um sistema radicular pivotante com um grande conjunto de raízes secundárias, podendo alcançar até dois metros de profundidade, em solos sem impedimentos químicos e, ou, físicos. As folhas são cordiformes, pecioladas e com grande número de tricomas (CASTRO e FARIAS, 2005). O girassol possui inflorescência em capítulo e apresenta dois tipos de flores, as liguladas, que são estéreis, e as tubulares, que são flores férteis. Produz um pseudofruto seco, chamado aquênio (Castro e Farias, 2005), que é dividido em três partes: pericarpo, mesocarpo e endocarpo (SILVEIRA et al., 2005). Dentro do aquênio está a semente, que possui alta concentração de substâncias oleaginosas (CASTRO e FARIAS, 2005).

A planta de girassol é considerada versátil devido a suas diversas utilizações, como produção de óleo, forragem para alimentação animal, produção de mel e alimentação humana (EMBRAPA, 2000). Esta espécie pode ser utilizada na alimentação humana como farinha ou como base para temperos, massas, doces e outros (EMBRAPA, 2000).

O óleo de girassol tem alta proporção de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente ácido linoléico, muito importante na ação contra o colesterol e doenças cardiovasculares (MUSSI, 2005). O biodiesel vem adquirindo uma função cada vez mais significativa no cerne energético mundial, permitindo a inclusão social de famílias de pequenos produtores, por ser uma alternativa ao uso de combustíveis fósseis e por ser ecologicamente mais correto. Diversos países têm investido na produção de biodiesel, na Europa: Inglaterra, Alemanha, França, Itália, França; na Ásia: Coreia do Sul, China, Tailândia e, nas Américas: Estados Unidos, Canadá, Argentina e Brasil (PENTEADO et al., 2007). Junto à soja, mamona, palma, amendoim e outras espécies vegetais, o girassol tem sido proposto para a produção de biodiesel, devido a sua alta concentração de óleo, 38-48% e eficiência energética na obtenção, possibilidade de rotação com outras culturas, mostrando-se eficaz no processo de obtenção de biodiesel (PENTEADO et al., 2007; SILVA e FREITAS, 2008).

O girassol é utilizado na alimentação de suínos, aves e bovinos confinados ou semiconfinados como parte da silagem (Embrapa, 2000) e por apresentar alto valor energético e é uma importante fonte de proteínas, obtém-se, em média, 300 kg de torta com 48-50% de proteína no beneficiamento de uma tonelada de grãos (EMBRAPA, 2000). O girassol é uma ótima opção para complemento de silagem no inverno ou nas épocas de seca (Embrapa, 2000) por apresentar maior tolerância ao estresse hídrico, dentre as forrageiras, e maior resistência ao frio e ao calor que a maioria das espécies cultivadas, além de grande capacidade de produção de matéria seca (EVANGELISTA e LIMA, 2001).

A cultura do girassol se adapta a diferentes condições edafoclimáticas, no Brasil, pode ser cultivada desde o Rio Grande do Sul até Roraima, (LEITE, 2007). O seu rendimento é pouco influenciado pela latitude e altitude, apresentando características agrônomicas importantes, como maior resistência à seca, frio e ao calor, que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (GOMES, 2006). O girassol tolera temperaturas baixas de até 3°C para germinação, com melhor desenvolvimento da planta entre 20°C e 25°C. É considerada uma planta insensível ao fotoperíodo (CASTRO e FARIAS, 2005). Em Goiás, o período de semeadura vai do final de janeiro a fevereiro; no Paraná, de agosto a meados de

outubro; no Rio Grande do Sul, de julho a agosto e, em São Paulo, de fevereiro a março, com ciclo vegetativo de 90 a 130 dias (EMBRAPA, 2000). Seu cultivo pode ser feito no período do início das chuvas (inverno/primavera), sendo utilizado como primeira cultura, ou no final das chuvas (verão/outono), como segunda cultura ou safrinha, como vem ocorrendo nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás (LEITE, 2007).

De acordo com o quinto levantamento de intenção de cultivo da safra 2010/2011 de Fevereiro de 2011, sua área cultivada deverá ser de 73,4 mil hectares, com produção de grãos de 109,3 mil toneladas, destacando a região Centro-Sul como maior produtora, com 69,7 mil hectares cultivados e produção de 106,9 mil toneladas (CONAB, 2011). Em relação à produção de óleo, o girassol situa-se entre as cinco culturas mais importantes no mundo, junto à soja, canola, algodão e amendoim (USDA, 2011).

## **2.2. Qualidade das sementes e procedimentos para avaliação**

A qualidade das sementes deve ser previamente verificada antes da semeadura, pois as sementes com alta germinação e vigor podem mesmo sob condições desfavoráveis, de estresse hídrico ou térmico, apresentar rápida e uniforme germinação e emergência de plântulas (SILVEIRA et al., 2005).

O teste de germinação, um dos métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes, fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente (MARCOS FILHO, 1999). Porém, em condições de campo, as sementes podem sofrer estresse hídrico ou térmico, o que compromete a emergência das plântulas (RODO et al., 2000). Assim, para Marcos Filho (1999), o teste de germinação pode levar a uma superestimativa do potencial fisiológico das sementes, havendo necessidade de desenvolver os testes de vigor. Estes testes de vigor também têm o objetivo de indicar diferenças entre os lotes que apresentem poder germinativo similar.

Os testes de vigor são classificados em físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência (estresse). Os testes de vigor que avaliam a qualidade fisiológica das sementes sob condições de estresses são: teste de frio sem solo, de germinação a baixas temperaturas, imersão em soluções tóxicas, envelhecimento acelerado e de deterioração controlada (KRZYZANOWSKI, 1999). Em relação ao teste de deterioração controlada, assim como o teste de envelhecimento acelerado, têm como base a aceleração do processo de deterioração (ROSSETTO e MARCOS FILHO, 1995). Os testes fisiológicos são os de classificação de plântulas, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, e os testes que avaliam as características físicas das sementes avaliam tamanho, peso unitário, densidade, coloração, raios x, emissão de raiz primária e o índice de precocidade (KRZYZANOWSKI, 1999; MARTINS et al., 2006).

Para pré-hidratação das sementes têm sido utilizados dois métodos: 1. Substrato úmido: que tem a finalidade de umedecimento das sementes, onde se fixa a quantidade de papel e varia a quantidade de água 2- Atmosfera úmida: que tem como objetivo manter a umidade relativa necessária para que as sementes possam alcançar os níveis de umidade desejados, após o equilíbrio higroscópico com o ar (Rossetto et al., 1995).

Para Costa et al. (2008) a hidratação de sementes de ervilha pelos métodos da atmosfera úmida ou do substrato úmido altera a reorganização das membranas celulares. Em milho, Zucareli et al. (2008) verificaram que o procedimento de umedecimento do papel toalha utilizando as proporções de 2,0 e 2,5 vezes a massa do papel na temperatura de 30°C e 3,0 vezes a massa do papel a 20°C não modificou o potencial fisiológico das sementes.

Quanto à correlação com o campo, tem-se que os testes de avaliação do vigor das sementes em laboratório precisam ser correlacionados com o desempenho das plântulas em campo a fim de garantir um comportamento satisfatório, por meio de plântulas normais e

estande uniforme (BRAZ e ROSSETTO, 2009). Assim, os testes baseados nas taxas de germinação, ou seja, no comprimento e emissão da radícula num determinado período tem sido eficientes em classificar os lotes de sementes e os resultados têm correlacionado como os encontrados em testes realizados em condições de campo. Para Martins et al. (2006) e Martinelli-Seneme et al. (2004), avaliando sementes de tomate, observaram que houve correlação significativa entre os testes de germinação, de emissão de raiz primária e condutividade elétrica com a emergência de plântulas em substrato.

### 2.3 Referências Bibliográficas

BONACIN, G.A. et al. Características morfofisiológicas de sementes e produção de girassol em função de boro no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.111-116, 2009.

BRAZ, M.R.S.; ROSSETTO, C.A.V. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2004-2009, 2009.

CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. (Eds). **Girassol no Brasil**, Embrapa Soja, cap. IX, p.163-218, 2005.

CONAB, **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: intenção de plantio, primeiro levantamento**, fevereiro 2011/ Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: CONAB, 2011.

COSTA, C.J. et al. Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.198-207, 2008.

DALL'AGNOL, A. et al. Origem e Histórico do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C. et al. (Eds). **Girassol no Brasil**, Embrapa Soja, cap. I, p.1-12, 2005.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção: girassol**. Embrapa soja, sistema de produção nº1, 2000. <http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/> acesso em 07-02-11.

ESTADOS UNIDOS, **United States Department of Agriculture**, USDA, Washington, 2011, 34p. (circular series: FOP 1 – 11) <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/oilseed-trade/oilseed-trade-01-12-2011.pdf> acesso: 07-02-2011

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. **Anais do Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, p. 177-217, 2001.

GOMES, D.P. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de girassol produzidas na região de Timon, **Summa Phytopathologica**, v.32, n.3, p. 291-292, 2006.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Ed.) **Vigor de Sementes: conceitos e testes**, ABRATES, cap.VI, 1999.

LEITE, R.M.V.B.C et al. **Indicações para o cultivo de girassol nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Roraima**. Embrapa, 2007. 4p. (Comunicado técnico 78).

MARCOS FILHO, J. Testes de Vigor: Importância e Utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de Sementes: conceitos e testes**, ABRATES, cap. I, 1999.

MARTINELLI-SENEME, A. et al. Avaliação do vigor de sementes peliculizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.01-06, 2004.

MARTINS, C.C. et al. Metodologia para avaliação do vigor de sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.301-304, 2006.

MUSSI, M.M. **Germinação e vigor de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a diferentes concentrações de CO<sub>2</sub>, períodos de exposição e embalagens**. Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. 73 p.

PENTEADO, R.A.N. et al. **Biodiesel – Uma sinopse das conjunturas brasileira e mundial**. II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel.

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

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 Agrícola**, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

ROSSETTO, C.A.V. et al. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.171-178, 1995.

SILVA, P.R.F.; FREITAS, T.F.S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.843-851, 2008.

SILVEIRA, J.M., et al. Semeadura e manejo da cultura de girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. (Eds). **Girassol no Brasil**, Embrapa Soja, cap. XIV, p. 375-406, 2005.

ZUCARELI, C. et al. Potencial fisiológico de sementes de milho hidratadas pelo método do substrato de papel toalha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 122-129, 2008.

### **3 CAPÍTULO I**

#### **POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE GIRASSOL INFLUENCIADO PELO UMEDECIMENTO ARTIFICIAL**

### 3.1 RESUMO

Em tecnologia de sementes o umedecimento artificial das sementes é um fator importante para o sucesso do procedimento metodológico. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de girassol após a hidratação pelos métodos da atmosfera úmida e substrato úmido em temperaturas de 10 e 20°C visando elevar o teor de água das sementes a 15, 20 e 25%. A qualidade fisiológica inicial e após o umedecimento das sementes foi determinada pelos testes de germinação e de vigor. O método do substrato úmido a 10°C visando aumentar o teor de água a 15 e 20% foi favorável para o umedecimento das sementes de elevada qualidade, embora tenha sido observado pequena redução do vigor das plântulas.

**Palavras-chave:** embebição, germinação, vigor, teor de água.

### 3.2 ABSTRACT

In seed technology artificial moistening of the seeds is an important factor for the success of the methodological procedure. The objective of this study was to evaluate the physiological quality of sunflower seeds after hydration by the moist atmosphere and moist substrate methods at temperatures of 10 and 20°C aiming to reach the water content of seeds at 15, 20 and 25%. The initial physiological quality and after the wetting of the seeds was determined by testing germination and vigor. The method of moist substrate at 10°C to increase the water content at 15 and 20% was positive for moistening the seeds of high quality, although it has been observed small decrease seedling vigor.

**Key-words:** *Helianthus annus* L., imbibition, germination, vigor, moisture.

### 3.3 INTRODUÇÃO

Durante a fase inicial do processo de germinação das sementes, há a promoção da atividade de mecanismos de reparo, permitindo a recuperação da permeabilidade seletiva das membranas e reduzindo a liberação de exsudados (MARCOS FILHO, 2005). A eficiência de reorganização dos componentes celulares depende da velocidade de hidratação, do tempo de exposição ao ambiente úmido, da temperatura e das características intrínsecas da semente, tais como, permeabilidade do tegumento, composição química, teor de água inicial e qualidade fisiológica (BECKERT & SILVA, 2002). As sementes de girassol, que apresentam na sua composição 45% de lipídios (ZOBIOLE et al., 2010), tendo menor absorção de água do que sementes com baixo conteúdo de óleo (BALESEVIC-TUBIC et al., 2005).

Sementes com reduzido potencial fisiológico podem apresentar deficiências na reorganização do sistema de membranas durante a embebição (COSTA et al., 2008b). Assim, temperaturas baixas e embebição rápida de sementes secas favorecem as perdas no vigor (ZUCARELI et al., 2008), evento também conhecido como dano por embebição (COSTA et al., 2008b). Na semente seca, as membranas estão no estado de gel sendo menos fluidas, o que não constitui barreira à lixiviação de constituintes celulares e, quando são hidratadas, se reorganizam alterando para o estado mais fluido ou cristalino líquido. Caso haja rápida embebição, a água adentra nas sementes antes das membranas retornarem para o estado cristalino líquido, situação em que ocorrem danos celulares (OLIVER et al., 1998). Portanto, esta transição pode ser dependente da temperatura e também a causa fundamental das possíveis injúrias. Assim, se a hidratação for realizada de maneira lenta a perda de conteúdo celular pode ser reduzida, pois será possível a ativação do sistema de reparo das membranas (COSTA et al., 2008a).

Nas pesquisas em tecnologia de sementes podem ocorrer situações em que há necessidade de umedecer as sementes como, por exemplo, no estudo de danos mecânicos, secagem e embalagem, na avaliação da qualidade das sementes, nos testes de condutividade elétrica (RODRIGUES et al., 2006), deterioração controlada (ZUCARRELI et al., 2008), que requerem a uniformização do teor de água entre os lotes de sementes. Assim, há necessidade de que não haja alterações na qualidade fisiológica das sementes após a utilização deste procedimento. Há vários métodos de hidratação de sementes. Para COSTA et al. (2008) a hidratação de sementes pelos métodos da atmosfera úmida ou do substrato úmido afetam de maneiras diferentes o processo de reorganização das membranas celulares. Em soja, ROSSETTO et al. (1995) recomendavam o método da atmosfera úmida a 20°C e RODRIGUES et al. (2006) o método do substrato úmido a 25°C.

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de girassol após a elevação do teor de água por métodos da atmosfera úmida e do substrato úmido em duas temperaturas diferentes.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com dois lotes de sementes (aquênios) de girassol (*Helianthus annuus* L.), adquiridos da Embrapa Agropecuária Oeste, em julho de 2009. Estes permaneceram a 18°C e 45% de umidade relativa do ar por três meses até o início dos testes em câmara. Foram utilizadas as sementes retidas na peneira 16/64" (5,90mm), e com massa média de mil sementes de 73,32g. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos de umedecimento artificial (método do substrato úmido e da atmosfera úmida combinados a 10 e 20°C), com quatro repetições.

O grau de umidade antes e após o umedecimento foi determinado utilizando quatro subamostras de 50 sementes inteiras, pelo método da estufa a 105°C (BRASIL, 2009). A avaliação da qualidade inicial e após o umedecimento foi realizada pelos testes de germinação e vigor. O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, utilizando papel tipo germitest a 20-30°C. As avaliações foram realizadas aos quatro e 10 dias da instalação (BRASIL, 2009). Em conjunto, foi realizado o teste de primeira contagem (NAKAGAWA, 1999). Para avaliação da massa de matéria seca, as plântulas normais obtidas nesta primeira contagem foram separadas em hipocótilo e raiz e levadas em estufa a 60±5°C (NAKAGAWA, 1999). O teste de germinação a baixa temperatura foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes, a 10°C, por sete dias na ausência de luz. As avaliações foram realizadas aos quatro dias após a instalação do teste, com base no procedimento descrito por BRAZ et al. (2008). O teste de emergência em areia foi instalado com quatro subamostras de 50 sementes em caixas plásticas cujo substrato era areia lavada e autoclavada. As avaliações foram realizadas diariamente (NAKAGAWA, 1999).

Para o umedecimento artificial, as sementes foram submetidas aos métodos da atmosfera úmida e do substrato úmido (ROSSETTO et al., 1995), nas temperaturas de 10 e 20°C. Para isto, foram realizados três ensaios, separadamente, visando elevar o grau de umidade para 15, 20 e 25%. A massa a ser atingida pelas amostras para elevar o grau de umidade aos níveis desejados (15%, 20% e 25%) foi calculada considerando-se a massa e os teores iniciais das mesmas, e essa massa foi monitorada periodicamente mediante pesagem em balança analítica. No método da atmosfera úmida, 100 sementes foram colocadas em cima da tela metálica fixada no interior de caixas plásticas contendo 40 mL de água destilada. No método do substrato úmido, 100 sementes foram distribuídas entre duas camadas de seis folhas de papel umedecidas com água destilada em cima da tela metálica fixadas no interior de caixas de plástico contendo 40 mL de água destilada.

Foram realizados os testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett para avaliação da normalidade e homogeneidade, e em seguida, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ZIMMERMANN, 2004), para cada ensaio. As médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os lotes 1 e 2 de sementes de girassol apresentaram valor de germinação acima do padrão de comercialização que é de 75% (BRASIL, 2005). No entanto o lote 1 apresentou valores superiores de vigor pelos testes aos quais foram submetidos (Tabela 1).

**Tabela 1** - Dados médios, em porcentagem, de germinação (G), de primeira contagem (PC), de germinação a baixa temperatura (GF), de emergência em areia (Em), de índice de velocidade de emergência (IVE) e de massa de raiz (MR), de hipocótilo (MH) e comprimento de raiz (CR), de hipocótilo (CH) e comprimento total (CT), obtidos de dois lotes de sementes de girassol.

Lotes	G (%)	PC (%)	GF (%)	Em (%)	IVE	MR (g)	MH (g)	CR (cm)	CH (cm)	CT (cm)
1	96	60	95	92	8,46	0,0190	0,075	4,35	3,97	8,32
2	76	30	69	82	6,19	0,0087	0,0035	4,29	3,62	7,91

Ensaio a 15% - Para o lote 1, a menor porcentagem de plântulas normais na primeira contagem foi obtida após a exposição a atmosfera úmida a 10°C (Tabela 2), provavelmente devido ao procedimento ter sido lento em função da menor disponibilidade da água no estado gasoso (ROSSETTO et al., 1995), que promoveu menor velocidade de germinação (VERTUCCI, 1989), associado a baixa temperatura de embebição, que não favoreceu a mudança de estado das membranas de gel para cristalino. De acordo com ALPERT & OLIVER (2002) se a embebição ocorrer de maneira mais lenta e sob temperatura que não de condições de aquecer a membrana, para esta mudar de estado gel para cristalino, pode ocorrer injúrias durante a embebição e conseqüentemente menor vigor. No entanto, pode-se observar que os valores de massa de raiz e de comprimento de hipocótilo assim como de IVE foram os maiores após o umedecimento por este método, embora não tenha diferido dos valores apresentados por outros métodos (Tabela 2). Sendo assim, provavelmente a injúria pôde não ter sido elevada, quando visou atingir 15% de água, o que não comprometeu o desenvolvimento das plântulas. IBRAHIM & ROBERTS (1983) sugeriram que o reparo é verificado em sementes com grau de umidade superior a 15% em sementes de alface, enquanto SIMON (1974) observou que as membranas tornam-se estruturadas quando as sementes de ervilha apresentam teor de água de, no mínimo 20%.

Para os lotes 1 e 2, quando foi comparado os valores de germinação após a exposição ao substrato úmido a 10°C (Tabela 2) com os de germinação iniciais (Tabela 1), observa-se que houve aumento, embora também tenha observado menor valor de IVE após o umedecimento por este método, provavelmente devido a maior velocidade de hidratação das sementes em relação ao método da atmosfera úmida, levando ao reparo mais eficiente, porém associado a baixa temperatura de exposição, que não favoreceu a transição do estado das membranas, propiciando a perda de vigor. Portanto, os danos provocados pela embebição rápida podem constituir em causa adicional a redução da emergência das plântulas pois é a velocidade de reorganização do sistema de membranas que reflete o vigor das sementes (TILDEN & WEST, 1985) Em soja, ROSSETTO et al. (1995) verificaram que os resultados foram melhores após a exposição a atmosfera úmida a 20°C devido a velocidade de embebição que ao substrato úmido a 10°C. Isto pode ser também devido à composição química das sementes de girassol e a permeabilidade das sementes com o pericarpo, por tratar de um fruto (aquênio), que podem dificultar a absorção de água tornando o processo mais

lento (VERTUCCI, 1989). Também pode constatar que quando foi utilizado o substrato a 20°C, a velocidade de embebição foi mais rápida, de forma a afetar a eficiência de reparo. De acordo com VERTUCCI (1989), a eficiência de reorganização dos constituintes celulares depende da velocidade de hidratação. Além disso, para CROWE et al. (1989), em temperaturas mais quentes, as membranas das sementes já se encontram no estado cristalino líquido e assim podem tolerar o influxo rápido de água.

**Tabela 2** - Dados médios de germinação, de primeira contagem da germinação, de germinação a baixa temperatura, de emergência de plântulas em areia, de índice de velocidade de emergência, de massa de plântulas (raiz e hipocótilo) e de comprimento de plântulas (raiz, hipocótilo e total), obtidos de sementes de girassol dos lotes 1 e 2, umedecidos a 15%, pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

Teste	AU		SU		C.V. (%)
	10°C	20°C	10°C	20°C	
	Lote 1				
Germinação	90A <sup>1</sup>	95A	98A	90A	10,85
Primeira Contagem	40B	77A	85A	84A	14,99
Teste de Frio	85A	86A	92A	77A	10,88
Emergência	93A	96A	92A	93A	8,38
IVE	14,62A	15,65A	11,49B	14,98A	3,70
Massa raiz	0,0061A	0,0044AB	0,0041B	0,0042B	10,28
Massa hipocótilo	0,0090A	0,0072A	0,0073A	0,0077A	9,19
Comprimento raiz	14,79A	14,09A	13,49A	11,64A	8,28
Comprimento hipocótilo	3,40A	3,07AB	3,08AB	2,60B	4,11
Comprimento total	18,19A	17,16A	16,57A	14,24A	6,97
	Lote 2				
Germinação	65A <sup>1</sup>	62A	74A	61A	16,13
Primeira Contagem	33A	44A	47A	37A	33,04
Teste de Frio	37A	50A	45A	51A	15,94
Emergência	70A	83A	74A	81A	7,77
IVE	11,11AB	11,97A	9,69B	12,88A	4,89
Massa raiz	0,0056A	0,0043A	0,0033A	0,0116A	44,28
Massa hipocótilo	0,0088A	0,0078A	0,0060A	0,0075A	12,42
Comprimento raiz	14,00A	12,93A	10,72A	10,69A	9,13
Comprimento hipocótilo	2,93A	2,61A	2,49A	2,81A	31,14
Comprimento total	16,92A	15,54A	16,38A	13,50A	9,93

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesmas letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

ENSAIO a 20% - Para o lote 1, a porcentagem de plântulas na primeira contagem foi menor após a exposição a atmosfera úmida a 10°C, embora não tenha sido diferente do valor apresentado após a 20°C (Tabela 3), provavelmente relacionada a lenta velocidade de embebição associada a temperatura. Estes dados obtidos após a exposição à atmosfera úmida a 10°C também foram constatados para o ensaio a 15%. Para os lotes 1 e 2, observa-se maior valor de IVE após o umedecimento visando 20% de água pelo método do atmosfera úmida a 10°C (Tabela 3), assim como visando 15% (Tabela 2); no entanto observou menor massa de raiz e de hipocótilo, embora o valor não tenha diferido do apresentado por outros métodos. Estes dados podem indicar que houve maior perda de vigor visando atingir 20% de água. Também, para os lotes 1 e 2, quando foram comparados os valores de germinação após a

exposição ao substrato úmido a 10°C (Tabela 3) com os valores de germinação iniciais (Tabela 1) observa-se que houve aumento, embora também tenha observado menor valor de massa de raiz e de hipocótilo após o umedecimento por este método, provavelmente devido a maior velocidade de hidratação das sementes em relação ao método da atmosfera úmida. Estes resultados também foram observados para os lotes 1 e 2, visando aumentar o teor de água para 15% (Tabela 2).

**Tabela 3** - Dados médios de germinação, de primeira contagem da germinação, germinação a baixa temperatura, de emergência de plântulas em areia, de índice de velocidade de emergência, de massa de plântulas (raiz e hipocótilo) e de comprimento de plântulas (raiz, hipocótilo e total), obtidos de sementes de girassol dos lotes 1 e 2, umedecidos a 20%, pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

Teste	AU		SU		C.V. (%)
	10°C	20°C	10°C	20°C	
	Lote 1				
Germinação	87A <sup>1</sup>	91A	96A	94A	7,63
Primeira Contagem	61B	82AB	94A	85A	11,84
Teste de Frio	78A	72A	96A	73A	16,53
Emergência	86B	97A	97A	98A	6,70
IVE	15,44A	11,64A	12,28A	11,95A	1,69
Massa raiz	0,0034B	0,0062A	0,0035B	0,0062A	6,36
Massa hipocótilo	0,0074B	0,0090AB	0,0077AB	0,0093A	5,32
Comprimento raiz	13,46A	15,25A	10,56A	15,19A	10,49
Comprimento hipocótilo	3,23A	3,21A	2,54A	3,45A	10,34
Comprimento total	16,69A	18,46A	13,10A	18,64A	10,42
	Lote 2				
Germinação	68A <sup>1</sup>	56A	76A	59A	30,00
Primeira Contagem	50A	46A	71A	37A	30,91
Teste de Frio	64A	47AB	65A	28B	12,61
Emergência	61B	81A	68B	82A	6,35
IVE	9,98A	8,99A	9,01A	9,58A	8,77
Massa raiz	0,0041BC	0,0046AB	0,0028C	0,0062A	10,26
Massa hipocótilo	0,0063B	0,0072AB	0,0064B	0,0088A	6,98
Comprimento raiz	14,66A	10,67B	9,28B	14,66A	5,56
Comprimento hipocótilo	3,08A	2,23B	2,29B	2,74AB	5,64
Comprimento total	17,74A	12,90B	11,56B	17,40A	4,88

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesmas letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Ensaio a 25% - Para o lote 1, ao comparar os valores obtidos após umedecimento a 25% de água (Tabela 4) com o valor inicial (Tabela 1), foi constatado que os todos valores de germinação foram superiores, indicando que pode ter ocorrido reparo metabólico visando atingir este valor de água. No entanto, para o lote 2, de pior qualidade fisiológica, na comparação com o valor inicial (Tabela 1), não houve reparo quando foi feito o umedecimento pelos métodos da atmosfera úmida (10 e 20°C) e do substrato úmido a 10°C (Tabela 4). De acordo com ROSSETTO et al. (1995), o alto grau de desorganização das membranas deve ter dificultado a reorganização e o reparo, sugerindo não ser adequado para estudos de métodos de hidratação, como comentado também por ZUCARRELLI et al. (2008). Além disso, à medida que empregaram se sementes de pior qualidade foram verificados

maiores teores de água no final do período de embebição, embora o tempo previsto para atingir os teores de água pretendidos ter sido o mesmo. Resultados semelhantes foram observados por ROSSETTO et al. (1995), para sementes de soja. Para o lote 1, pelo teste de germinação a 10°C, o menor valor foi observado após umedecimento pelo método da atmosfera úmida (10 e 20°C) e do substrato úmido a 10°C (Tabela 4). Para MARCOS FILHO (2005), à medida que a semente se hidrata, esta se torna particularmente sensível as baixas temperaturas. Nos demais testes, para os lotes 1 e 2, observou-se o menor vigor das sementes expostas ao substrato úmido a 10°C, embora não tenha interferido no valor de germinação (Tabela 4). Assim como também constatado foi constatado esta tendência para as sementes do lote 1, a 15 e 20% (Tabelas 2 e 3).

**Tabela 4** - Dados médios de germinação, de primeira contagem da germinação, germinação a baixa temperatura, de emergência de plântulas em areia, de índice de velocidade de emergência, de massa de plântulas (raiz e hipocótilo) e de comprimento de plântulas (raiz, hipocótilo e total), obtidos de sementes de girassol dos lotes 1 e 2, umedecidos a 25%, pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

Teste	AU		SU		C.V. (%)
	10°C	20°C	10°C	20°C	
	Lote 1				
Germinação	99A <sup>1</sup>	98A	99A	96A	5,37
Primeira Contagem	80A	85A	88A	84A	9,87
Teste de Frio	66B	65B	65B	97A	12,32
Emergência	96A	99A	97A	95A	7,96
IVE	13,30B	12,11BC	11,72C	15,73A	2,92
Massa raiz	0,0021B	0,0050A	0,0015B	0,0058A	16,89
Massa hipocótilo	0,0045B	0,0092A	0,0038B	0,0030B	15,32
Comprimento raiz	7,61AB	9,81A	5,51B	9,75A	10,72
Comprimento hipocótilo	1,99AB	2,75A	1,65B	2,75A	9,70
Comprimento total	9,60AB	12,55A	7,16B	12,50A	10,42
	Lote 2				
Germinação	68AB <sup>1</sup>	61B	71AB	76A	8,01
Primeira Contagem	28A	36A	52A	42A	19,35
Deterioração Controlada	34A	44A	12A	38A	42,02
Teste de Frio	19A	24A	35A	54A	43,05
Emergência	75A	73A	78A	83A	6,63
IVE	10,15B	8,50B	8,82B	12,73A	4,42
Massa raiz	0,0027AB	0,0038AB	0,0018B	0,0049A	20,33
Massa hipocótilo	0,0057AB	0,0086A	0,0040BC	0,0021C	17,16
Comprimento raiz	9,03A	8,41A	5,15A	7,70A	16,52
Comprimento hipocótilo	2,21A	2,82A	1,27B	2,25A	11,51
Comprimento total	11,23A	11,23A	6,43A	9,95A	15,18

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesmas letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

### **3.6 CONCLUSÃO**

O método do substrato úmido a 10°C visando aumentar o teor de água a 15 e 20% foi favorável para o umedecimento das sementes de elevada qualidade, embora tenha sido observado pequena redução do vigor das plântulas.

### 3.7 REFERÊNCIAS

- ALPERT, P.; OLIVER, M.J. Drying without dying. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (ed.) **Dessication and survival in plants: drying without dying**. Wallingford, CABI Publishing, 2002, p.4-43.
- BALESEVIC-TUBIC, S. et al. Influence of natural aging on the dynamics of water absorption by sunflower seed. **Seed Science and Technology**, v.33, n.1, p.255-258, 2005.
- BRASIL. Instrução Normativa nº25, de 16 de Dezembro de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, DF, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009. 365p.
- BRAZ, M.R.S. et al. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.1857-1863, 2008.
- CROWE, J. H. et al. Phase transitions are responsible for imbibitional damage in dry pollen. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.86, n.2, p.520-523, 1989.
- HEGARTHY, T.W. The physiology of seed hydration and dehydration between water stress and the control of germination: a review. **Plant Cell and Environment**, v.1, n.1, p.101-119, 1978.
- IBRAHIM, A.E.; ROBERTS, E.H. Viability of lettuce seeds: I. survival in hermetic storage. **Journal of Experimental Botany**, v.34, n.5, p.620-630, 1983.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.
- OLIVER, A.E. et al. Methods for dehydration-tolerance: Depression of the phase transition temperature in dry membranes and carbohydrate vitrification. **Seed Science Research**, v.8, n.2, p. 211-221, 1998.
- POLLOCK, B.M.; TOOLE, V.K. Imbibition period as the critical temperature sensitive stage in germination of lima bean seed. **Plant physiology**, v.41, p.221-229, 1966.
- ROCHA, V.S. et al. Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.2, p.51-66, 1984.
- RODRIGUES, M.B.C. et al. Pré-hidratação em sementes de soja e eficiência do teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.168-181, 2006.

ROSSETTO, C.A.V. et al. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.171-178, 1995.

SIMON, E.W.; RAJA-HARUM, R.M. Leakage during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, v.23, p.1076-1085, 1972.

TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, v.77, n.3, p.584-586, 1985.

VERTUCCI, C.W. The kinetics of seed imbibition. In: CSA, ed. **Seed Moisture**. Madison, WI, CSA Special Publ. n.14, p.93-115, 1989.

ZIMMERMANN, F.J.P. Estatística aplicada à pesquisa agrícola. EMBRAPA, 2004. 402p.

ZUCARELI, C. et al. Potencial fisiológico de sementes de milho hidratadas pelo método do substrato de papel toalha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 122-129, 2008.

**4 CAPÍTULO II**  
**PRECOCIDADE DE EMISSÃO DA RAIZ PRIMÁRIA PARA AVALIAR O VIGOR DE**  
**SEMENTES DE GIRASSOL**

#### 4.1 RESUMO

Vários testes de vigor têm sido utilizados para classificar os lotes de sementes. O objetivo foi o de avaliar a precocidade da emissão de raiz primária de sementes de girassol como teste de vigor. Quatro lotes de sementes foram submetidos a testes de germinação e vigor, entre eles, o de emissão de raiz primária, visando a porcentagem de emissão e o índice de precocidade. O teste de emissão de raiz primária após 48 horas foi eficiente na classificação de distintos níveis de vigor dos lotes de sementes de girassol.

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

## 4.2 ABSTRACT

The evaluation can be obtained through various vigor tests. The objective was to evaluate the precocity of primary root emission in the sunflower seeds as vigour test. We evaluated four lots of sunflower seeds by germination test and vigour tests include primary root emission test. The primary root emission after 48 hours was efficient in the differentiation of vigour of sunflower seeds lots.

**Key-words:** *Helianthus annuus* L. controlled deterioration, physiological quality

### 4.3 INTRODUÇÃO

A área cultivada com girassol no Brasil e a produção de grãos vêm se destacando na região Centro-Sul e Centro-Oeste (CONAB, 2011).

O desempenho das plantas no campo depende da qualidade das sementes, sendo que problemas relacionados à redução da porcentagem e velocidade de emergência são atribuídos ao baixo vigor, associado ao processo de deterioração das sementes (ROSSETTO et al., 1997). Segundo DELOUCHE & BASKIN (1983), as primeiras alterações associadas à deterioração, geralmente ocorrem antes que haja prejuízo à formação de plântulas normais.

Portanto, surgem vários testes de vigor que avaliam este processo degenerativo. Dentre estes, o de primeira contagem (NAKAGAWA, 1999) e o teste de emissão da raiz primária, com resultados expressos em porcentagem de emissão de raiz primária (MARTINS et al., 2002; 2006; MARTINELLI-SENEME et al., 2004) e, ou, índice de precocidade de emissão de raiz primária (FREITAS et al., 2000; TOLEDO et al., 1999). Na literatura, estes testes têm se mostrado eficientes em separar os lotes em distintos níveis de vigor e mostram resultados correlacionados aos dados de emergência em campo.

O objetivo do trabalho foi o de avaliar a precocidade da emissão de raiz primária de sementes de girassol como teste de vigor.

#### 4.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com quatro lotes de girassol da cultivar Embrapa 122 V2000, da safra 2009, peneira 16/64" (5,90mm). As sementes foram avaliadas após seis meses de armazenamento a 18°C e 45% de umidade relativa do ar.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

O teste de germinação foi conduzido em rolos a 20-30°C (BRASIL, 2009). Em conjunto foi realizado o teste de primeira contagem (NAKAGAWA, 1999).

O teste de frio sem solo foi realizado a 10°C por sete dias (BRAZ et al., 2008).

O teste de emergência foi instalado em substrato areia e em campo. As avaliações foram realizadas diariamente durante 21 dias, visando avaliação da porcentagem e velocidade de emergência de plântulas (NAKAGAWA, 1999).

Para o teste de envelhecimento acelerado, 250 sementes (10,5g) foram distribuídas sobre tela no interior de câmara contendo no fundo 40 mL de solução saturada de NaCl e, mantidas a 42°C por 96 horas (BRAZ et al, 2008).

Para o teste de deterioração controlada, 250 sementes, umedecidas a 20%, foram expostas a 42°C por 72 horas (BRAZ et al., 2008).

O teste de emissão de raiz primária foi conduzido à semelhança do teste de germinação. Foi obtido, em intervalos de seis horas, o número de sementes que emitiram a raiz primária até o momento de paralisação. Os resultados foram expressos em porcentagem de emissão de raiz primária (MARTINS et al., 2002) e em índice de precocidade (TOLEDO et al., 1999).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade e, em seguida, a análise de variância (ZIMMERMANN, 2004). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Também foi realizada a análise de correlação simples.

## 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 5 foi constatado pelos resultados do teste de germinação, que as sementes de girassol do lote 3 e 4 apresentaram as maiores porcentagens, embora todos os valores acima do padrão estabelecido para comercialização, que é de 75%. Para DELOUCHE & BASKIN (1973), há limitação do teste de germinação para a detecção de diferenças não acentuadas na qualidade fisiológica de sementes, havendo necessidade de serem empregados vários testes de vigor (TOLEDO et al., 1999).

**Tabela 5** - Dados médios, em porcentagem, de germinação, de plântulas normais na primeira contagem da germinação, de emergência de plântulas em areia e campo, de envelhecimento acelerado, de germinação em condições de baixa temperatura (teste frio), de deterioração controlada, de emissão de raiz primária (Per) após 30, 36, 42, 48 horas, bem como de índice de velocidade de emergência em areia e campo (IVE) e de índice de emissão de raiz primária (IPER), obtidos de quatro lotes de sementes de girassol.

Avaliações	Lotes				C.V. (%)
	1	2	3	4	
Germinação	76B <sup>1</sup>	76B	89A	88A	5,74
Primeira contagem	52A	30B	58AB	66A	22,93
Emergência em areia	81B	82B	90A	96A	6,82
IVE areia	5,31B	6,19B	7,92A	8,51A	5,66
Emergência em campo	85A	84A	66B	86A	4,96
IVE campo	7,65A	8,09A	5,76B	8,65A	2,88
Envelhecimento acelerado	39A	39A	5B	29AB	37,78
Teste frio	63B	69B	84AB	90A	12,08
Deterioração controlada	55B	51B	62B	83A	8,04
Per-30h	27A	14A	7A	28A	44,31
Per-36h	44A	42A	41A	58A	20,27
Per-42h	63A	55A	77A	87A	19,30
Per -48h	73A	69B	77AB	87A	24,35
IPER	12,06A	10,88A	12,46A	14,04A	12,51

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Pelo teste de primeira contagem, os lotes 1, 3 e 4 apresentaram vigor superior, embora o lote 3 não tenha diferido do lote com menor vigor (lote 2). Pelos testes de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas em areia, também foi possível classificar os lotes 3 e 4 como de superior desempenho, à semelhança da classificação feita pelo teste de germinação. Já pelos testes de emergência e índice de velocidade de emergência em campo, os lotes 1, 2 e 4 apresentaram o maior vigor e, o lote 3 apresentou o menor desempenho. Em campo, as condições foram de 22°C e menos de 2mm de precipitação pluvial, que são consideradas como prejudiciais a germinação (CASTRO & FARIAS, 2005), podendo interferir na eficiência deste teste. Pelo teste de envelhecimento acelerado, o lote 3 também foi classificado como de qualidade fisiológica inferior, embora os valores não tenha sido diferente do apresentado pelo lote 4. Estes resultados do lote 3 foram semelhantes aos obtidos pelos testes realizados em condições de campo. Em girassol, também BRAZ et al. (2008) verificaram que os testes de envelhecimento acelerado foram eficientes na classificação de lotes com os mesmos resultados do teste de emergência de plântulas em campo. Já pelo teste de frio, os lotes 3 e 4 apresentaram os maiores valores embora o lote 3 não tenha diferido dos lotes 1 e 2. Empregando o teste de deterioração controlada, apenas foi possível a classificação

do lote 4 como de maior vigor e os lotes 1, 2 e 3 como de menor vigor. No entanto, BRAZ et al. (2008) observaram diferenças entre os lotes por este teste. Considerando a porcentagem de emissão de raiz primária após 30, 36 e 42 horas não foi possível separar os lotes em distintos níveis de vigor. No entanto, após 48 horas, os lotes 1, 3 e 4 foram superiores, embora o lote 3 não tenha diferido do lote 2, à semelhança do constatado pelo teste de primeira contagem. Assim, estes testes conseguiram separar os lotes em três níveis de vigor e diferenciaram os lotes 1 e 2 entre si. Também, MARTINS et al. (2002) e MARTINS et al. (2006), empregando o teste de porcentagem de emissão de raiz primária, conseguiram classificar em distintos níveis de vigor os lotes que apresentavam mesma classificação pelo teste de germinação. Quando foi considerado o teste de índice de precocidade não foi possível classificar os lotes. No entanto, FREITAS et al 2000 e TOLEDO et al. (1999) conseguiram separar os lotes usando este teste de precocidade.

Na Tabela 6 foi constatado que houve correlação positiva e significativa entre os resultados do teste de porcentagem de emissão da raiz primária após 48 horas com os testes de primeira contagem e de deterioração controlada. No entanto, somente a porcentagem de emissão após 30 horas correlacionou-se com a emergência, IVE em campo e envelhecimento acelerado. Estas observações estão de acordo com as obtidas pelo teste de média (Tabela 5). Para AVILA et al (2005), elevado número de testes de vigor correlacionaram com a emergência em campo quando as plantas são expostas às condições de campo favoráveis em comparação com as condições adversas. Também na Tabela 6 foi possível constatar correlação entre os resultados do teste de índice de precocidade de emissão de raiz primária com os do teste frio e de deterioração controlada.

**Tabela 6** - Coeficiente de correlação de Pearson entre os resultados dos testes de porcentagem de emissão de raiz primária (Per) após 30, 36, 42, 48 horas e de índice de emissão de raiz primária (IPER) com os de germinação, de plântulas na primeira contagem, de emergência de plântulas em areia e campo, de envelhecimento acelerado, de germinação sob baixa temperatura (teste frio), de deterioração controlada e de índice de velocidade de emergência em areia e campo (IVE), obtidos de quatro lotes de sementes de girassol.

Testes	Per - 30h	Per - 36h	Per - 42h	Per - 48h	IPER
Germinação	-0,155 <sup>ns</sup>	0,235 <sup>ns</sup>	0,445*	0,337ns	0,194 <sup>ns</sup>
Primeira contagem	-0,070 <sup>ns</sup>	-0,106 <sup>ns</sup>	0,166 <sup>ns</sup>	0,402*	-0,072 <sup>ns</sup>
Teste frio	-0,107 <sup>ns</sup>	0,439*	0,588*	0,342ns	0,572*
Envelhecimento acelerado	0,428*	0,018 <sup>ns</sup>	-0,786*	-0,300ns	-0,102 <sup>ns</sup>
Emergência em areia	-0,135 <sup>ns</sup>	0,280 <sup>ns</sup>	0,483*	0,187ns	0,244 <sup>ns</sup>
IVE areia	-0,112 <sup>ns</sup>	0,369 <sup>ns</sup>	0,482*	0,298ns	0,327ns
Deterioração controlada	0,308 <sup>ns</sup>	0,154 <sup>ns</sup>	0,301 <sup>ns</sup>	0,553*	0,432*
Emergência em campo	0,585*	-0,445ns	-0,527ns	-0,117ns	-0,180 <sup>ns</sup>
IVE em campo	0,571*	-0,220 <sup>ns</sup>	-0,486*	-0,203ns	-0,016 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> não significativo, \*significativo a 5% de probabilidade.

#### **4.6 CONCLUSÃO**

O teste de emissão de raiz primária após 48 horas foi eficiente na classificação de distintos níveis de vigor dos lotes de sementes de girassol.

#### 4.7 REFERÊNCIAS

- 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**, v.27, n.1, p.62-70, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009. 365p.
- BRAZ, M.R.S. et al. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.1857-1863, 2008.
- CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. (Eds). **Girassol no Brasil**, Embrapa Soja, cap. IX, p. 163-218, 2005.
- COIMBRA, R.A. **Teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho doce**. Tese de doutorado. UNESP, Botucatu, 2007. 50p.
- CONAB **Acompanhamento da safra Brasileira: grãos: intenção de plantio, primeiro levantamento**, fevereiro 2011.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, n.2, p. 427-452, 1973.
- FREITAS, R.A. et al. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de algodão e a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.97-103, 2000.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARTINELLI-SENEME, A. et al. Avaliação do vigor de sementes peliculizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.01-06, 2004.
- MARTINS, C.C. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.96-101, 2002.
- MARTINS, C.C. et al. Metodologia para avaliação do vigor de sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.301-304, 2006.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. ABRATES, 1999.
- ROSSETTO, C.A.V. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, na qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agricola**, v.54, n.1/2, p. 97-105, 1997.

TOLEDO, F.F. et al. Vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão primária. **Scientia Agricola**, v.56, n.1, p.191-196,1999.

## **5 CONCLUSÕES GERAIS**

A qualidade fisiológica das sementes de girassol é alterada após a hidratação. O método do substrato úmido a 10°C com teor de água elevado a 15 e 20% foi favorável para o umedecimento das sementes de elevada qualidade, embora tenha sido observado pequena redução do vigor das plântulas.

O teste de emissão de raiz primária após 48 horas foi eficiente na classificação de distintos níveis de vigor dos lotes de sementes de girassol.

## ANEXO DO CAPÍTULO I

**Quadro 1.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), germinação a baixa temperatura (TF), emergência de plântulas em areia (Em), índice de velocidade de emergência em areia (IVE). Avaliação dos testes após hidratação a 15% pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

FV	GL	Quadrados Médios				
		G	PC	TF	Em	IVE
Lote 1						
Tratamentos	3	0,0205 <sup>ns</sup>	0,2293*	0,0345 <sup>ns</sup>	0,0063 <sup>ns</sup>	0,0029*
Erro	12	0,0211	0,0236	0,0168	0,0124	0,0002
C.V. (%)		10,85	14,99	10,88	8,38	3,70
Lote 2						
Tratamentos	3	0,0170 <sup>ns</sup>	0,0291 <sup>ns</sup>	0,0168 <sup>ns</sup>	0,0190 <sup>ns</sup>	0,0019*
Erro	12	0,0232	0,0482	0,0139	0,0069	0,0003
C.V. (%)		16,13	33,04	15,94	7,77	4,89

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e ns = não significativo.

**Quadro 2.** Resumo da análise de variância para os dados de massa de plântulas, raiz (Mr) e hipocótilo (Mh), e comprimento de plântulas, raiz (Cr), hipocótilo (Ch) e total (Ct). Avaliação dos testes após hidratação a 15% pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

FV	GL	Quadrados Médios				
		Mr	Mh	Cr	Ch	Ct
Lote 1						
Tratamentos	3	0,0000*	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>	0,0003*	0,0021 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0008
C.V. (%)		10,28	9,19	8,28	4,11	6,97
Lote 2						
Tratamentos	3	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0026 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,0017 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0000	0,0000	0,0010	0,0032	0,0016
C.V. (%)		44,28	12,42	9,13	31,14	9,93

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e ns = não significativo.

**Quadro 3.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), germinação a baixa temperatura (TF), emergência de plântulas em areia (Em), índice de velocidade de emergência em areia (IVE). Avaliação dos testes após hidratação a 20% pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

FV	GL	Quadrados Médios				
		G	PC	TF	Em	IVE
Lote 1						
Tratamentos	3	0,0237 <sup>ns</sup>	0,1302*	0,1291*	0,0471*	0,0026*
Erro	12	0,0098	0,0183	0,0355	0,0083	0,0000
C.V. (%)		7,63	11,84	16,53	6,70	1,69
Lote 2						
Tratamentos	3	0,0578 <sup>ns</sup>	0,0999 <sup>ns</sup>	0,1335*	0,0570*	0,0002 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0764	0,0576	0,0099	0,0043	0,0007
C.V. (%)		30,00	30,91	12,61	6,35	8,77

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e ns = não significativo.

**Quadro 4.** Resumo da análise de variância para os dados de massa de plântulas, raiz (Mr) e hipocótilo (Mh), e comprimento de plântulas, raiz (Cr), hipocótilo (Ch) e total (Ct). Avaliação dos testes após hidratação a 20% pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

FV	GL	Quadrados Médios				
		Mr	Mh	Cr	Ch	Ct
Lote 1						
Tratamentos	3	0,0000*	0,0000*	0,0044 <sup>ns</sup>	0,0005 <sup>ns</sup>	0,0050 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0000	0,0000	0,0016	0,0003	0,0019
C.V. (%)		6,36	5,32	10,49	10,34	10,42
Lote 2						
Tratamentos	3	0,0000*	0,0000*	0,0073*	0,0006*	0,0079*
Erro	12	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0004
C.V. (%)		10,26	6,98	5,56	5,64	4,88

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e ns = não significativo.

**Quadro 5.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), germinação a baixa temperatura (TF), emergência de plântulas em areia (Em), índice de velocidade de emergência em areia (IVE). Avaliação dos testes após hidratação a 25% pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

FV	GL	Quadrados Médios				
		G	PC	TF	Em	IVE
Lote 1						
Tratamentos	3	0,0149 <sup>ns</sup>	0,0091 <sup>ns</sup>	0,2314*	0,0116 <sup>ns</sup>	0,0027*
Erro	12	0,0061	0,00143	0,00171	0,00128	0,0001
C.V. (%)		5,37	9,87	12,32	7,96	2,92
Lote 2						
Tratamentos	3	0,0207 <sup>ns</sup>	0,0510 <sup>ns</sup>	0,1308 <sup>ns</sup>	0,0106 <sup>ns</sup>	0,0039*
Erro	12	0,0062	0,0168	0,0623	0,0050	0,0002
C.V. (%)		8,01	19,35	43,05	6,63	4,42

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e ns = não significativo.

**Quadro 6.** Resumo da análise de variância para os dados de massa de plântulas, raiz (Mr) e hipocótilo (Mh), e comprimento de plântulas, raiz (Cr), hipocótilo (Ch) e total (Ct). Avaliação dos testes após hidratação a 25% pelos métodos da atmosfera úmida (AU) e do substrato úmido (SU) sob 10 e 20°C.

FV	GL	Quadrados Médios				
		Mr	Mh	Cr	Ch	Ct
Lote 1						
Tratamentos	3	0,0000*	0,0000*	0,0057*	0,0014*	0,0073*
Erro	12	0,0000	0,0000	0,0010	0,0002	0,0012
C.V. (%)		16,69	15,32	10,72	9,70	10,42
Lote 2						
Tratamentos	3	0,0000*	0,0000*	0,0042 <sup>ns</sup>	0,0022*	0,0062 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0000	0,0000	0,0021	0,0003	0,0023
C.V. (%)		20,33	17,16	16,52	11,51	15,18

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e ns = não significativo.

## ANEXO DO CAPÍTULO II

**Quadro 7.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação (G), plântulas normais na primeira contagem da germinação (PC), emergência de plântulas em areia (Em), índice de velocidade de emergência em areia (IVEa), emergência de plântulas em campo (EC), índice de velocidade de emergência em campo (IVEc), e envelhecimento acelerado (EA).

FV	GL	Quadrados Médios						
		G	PC	Em	IVEa	EC	IVEc	EA
Tratamentos	3	0,0387*	0,1465*	0,0795*	0,0035*	0,0516*	0,0024*	0,2247*
Erro	12	0,0043	0,0240	0,0072	0,0002	0,0030	0,0000	0,0370
C.V. (%)		5,74	22,93	6,82	5,66	4,96	2,88	37,96

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e ns = não significativo.

**Quadro 8.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação em condições de baixa temperatura (teste frio) (TF), deterioração controlada (DC), de emissão de raiz primária (Per) após 30, 36, 42, 48 horas, e de índice de emissão de raiz primária (IPER).

FV	GL	Quadrados Médios						
		TF	DC	Per-30h	Per-36h	Per-42h	Per-48h	IPER
Tratamentos	3	0,1091*	0,0994*	0,1239*	0,0286 <sup>ns</sup>	0,1654*	0,0453 <sup>ns</sup>	0,0024 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0172	0,0055	0,0319	0,0231	0,0414	0,0767	0,0021
C.V. (%)		12,08	8,04	44,31	20,27	19,30	24,35	12,51

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e ns = não significativo.