

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Condicionamento Fisiológico de Aquênios de
Girassol, sob Estresse Térmico e Hídrico**

Camila Santos Barros

2008



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

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO
DE AQUÊNIOS DE GIRASSOL, SOB ESTRESSE
TÉRMICO E HÍDRICO.**

CAMILA SANTOS BARROS

Sob a 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
Agosto de 2008

635.93355

B277c

Barros, Camila Santos, 1977-

T

Condicionamento fisiológico de aquênios
de girassol, sob estresse térmico e hídrico
/ Camila Santos Barros - 2008.

65. : il.

Orientador: Claudia Antonia Vieira
Rossetto.

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

Bibliografia: f. 47-51

1. Girassol - Teses. 2. Germinação -
Testes - Teses. 3. Girassol - Fisiologia -
Teses. I. Rossetto, Claudia Antonia
Vieira, 1966-. 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**

CAMILA SANTOS BARROS

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: 15/08/2008.

Claudia A.V. Rossetto (Dr^a) Dept^o Fitotecnia- UFRRJ
(Orientadora)

Roberto Oscar. Pereyra Rossiello (Dr.) Dept^o Solos - UFRRJ

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

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a Deus, minha mãe Heloiza, meu pai Carlos Alberto e meu irmão Fabrício.

AGRADECIMENTOS

À DEUS.

Aos meus pais, Carlos Alberto e Heloiza , pelo apoio, incentivo e compreensão.

Ao meu irmão Fabrício, pela amizade.

Ao meu namorado Rafael, pela compreensão e constante apoio.

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 a realização do Curso de Mestrado.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo para realização do Mestrado.

Aos bolsistas de iniciação científica do Laboratório de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aos alunos do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Madelon, Elisabete e Andréa pela amizade e companheirismo.

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

Aos funcionários do Instituto de Agronomia.

Muito obrigado!

RESUMO

BARROS, Camila Santos. **Condicionamento fisiológico de aquênios de girassol, sob estresses térmico e hídrico**. Seropédica: UFRRJ, 2008. 65p. (Dissertação, Mestrado em Fitotecnia).

A produção de girassol pode ser influenciada pela densidade de plantas, sendo importante a uniformidade da população inicial de plantas, a qual pode ser afetado tanto pelo restrição do potencial hídrico como pela temperatura do solo, desde a fase de germinação até a emergência de plântulas. A técnica de condicionamento fisiológico tem sido utilizada visando diminuir o período entre a germinação e a emergência de plântulas a campo, bem como proporcionar acentuada performance sob condições de estresse. Dentro deste contexto, foi instalado um experimento com o objetivo de avaliar o efeito de três métodos de condicionamento fisiológico na qualidade fisiológica dos aquênios de girassol, sob diferentes temperaturas e potenciais hídricos do substrato. Para isso, foram utilizados aquênios da variedade Catissol 01, que foram submetidos ao envelhecimento artificial a 45°C durante 0, 24 e 36 horas, para obtenção de três distintos lotes. Os aquênios de cada lote, foram submetidos ao osmocondicionamento usando solução de KNO₃ e de polietilenoglicol (PEG) 6000 e ao hidrocondicionamento, com subsequente secagem. Posteriormente, os lotes foram divididos em dois sublotes, sendo um avaliado imediatamente e, o outro, mantido em condições controladas e avaliado após dois meses de armazenamento. Os aquênios foram submetidos aos testes de germinação sob zero, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa e sob 15, 25, 35 e 45°C e de vigor (primeira contagem, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas e índice de velocidade de plântulas). Pelos resultados pode-se concluir que o osmocondicionamento com solução de PEG, após o armazenamento, favorece a germinação e o vigor, considerando o teste de primeira contagem sob -0,3 MPa do lote de aquênios envelhecido por 24 horas. O osmocondicionamento com solução de KNO₃, em ambas as avaliações, promove a germinação e o vigor, estimado pelo teste de primeira contagem sob 15°C, do lote de aquênios não envelhecido. Após o hidrocondicionamento, há favorecimento somente do vigor, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, do lote de aquênios envelhecidos por 36 horas. Durante o armazenamento, houve manutenção da germinação sob 15°C, após o osmocondicionamento com solução de PEG do lote de aquênios envelhecidos por 36 horas, sob 25°C do lote não envelhecido, e da germinação sob -0,3 MPa, após o osmocondicionamento com solução de KNO₃ do lote de aquênios não envelhecido.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L, germinação, vigor, osmocondicionamento, hidrocondicionamento, armazenamento.

ABSTRACT

BARROS, Camila Santos. **Priming in sunflower achenes, under termic and droguht stresses**. Seropédica: UFRRJ, 2008. 65p. (Dissertation, Master Science in Fitotecnia).

Sunflower production may be influenced by plant density, requiring uniformity in the initial growth phase. This may be influenced by water availability, as well as by soil temperature from germination through emergence. The priming technique has been used to reduce the period between germination and seedling emergence in the field, providing better performance under stress conditions. Hence, an experiment was performed to evaluate the effect of three seed priming methods in sunflower achenes physiological quality, under different temperatures and water substrate potential. Thus, sunflower, cv. Catissol 01 achenes were submitted to artificial aging at 45°C for 0, 24 and 36 hours, to obtain three different lots. The achenes of each lot were submitted to osmopriming in KNO₃ and polyethyleneglycol (PEG) 6000 solution and to hydropriming with subsequent drying. Following, lots were divided into two sub-lots, the first one being immediately evaluated and the second kept under controlled conditions and evaluated two months after storage. Achenes were submitted to germination tests at zero, 15, 35 e 45°C and at zero, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa and tests of vigour (first counting, electrical conductivity, accelerated aging, emergence of seedlings and speed of seedlings). Results indicated that osmopriming with PEG solution after two month storage, improved germination and vigor, measured by first counting test, of lots aged for 24 hours under -0.3 MPa. Osmopriming with KNO₃ solution also improved germination and vigour of the unaged lot, at the first counting test under 15°C, on both evaluations. Under hydropriming, vigour increase, measured by accelerated aging test, was only found in 36 hour artificially aged lots. During storage, maintenance of germination under 15°C on the lot achenes artificially aged for 36 hours, under 25°C on the the unaged lot and under under -0.3 MPa on the unaged lot occurred after osmopriming with PEG solution . Maintenance of germination under -0.3 MPa on the unaged lot after osmopriming with KNO₃ solution also occurred.

Key words: *Helianthus annuus* L, germination, vigour, osmopriming, hidropriming, storage.

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1 - Dados médios em porcentagem de água (inicial, antes e após secagem) e de germinação dos aquênios de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não ao envelhecimento artificial por 12, 24, 36 e 48 horas para diferenciação dos lotes. Seropédica - RJ, 2007.12
- Tabela 2 -Dados médios em porcentagem de água e de emissão de raiz primária, dos aquênios de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos aos métodos de osmocondicionamento (OC) sob sistema aerado com solução de PEG 6000 e de KNO₃ e hidrocondicionamento (HC). Seropédica- RJ, 2007.....14
- Tabela 4 - Dados médios de porcentagem de germinação de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.22
- Tabela 5- Dados médios de porcentagem de plântulas anormais deformadas, provenientes de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento, Seropédica - RJ, 2007.....23
- Tabela 6 – Dados médios de porcentagem de aquênios não germinados, de três lotes (1, 2 e 3) de girassol variedade da Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.....24
- Tabela 7-Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, obtidos de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.....28
- Tabela 8-Dados médios de porcentagem de germinação de aquênios de três lotes, (1, 2 e 3), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.....35
- Tabela 9 Dados médios de porcentagem de plântula anormais deformadas provenientes, de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa,

realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.....	36
Tabela 10– Dados médios de porcentagem de aquênios não germinados, de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO ₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.....	37
Tabela 11– Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, provenientes de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO ₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.....	41
Tabela 12- Dados médios de plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado (%), de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), de emergência de plântulas e de índice de velocidade de emergência de plântulas provenientes de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO ₃ , e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica -RJ, 2007.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Método de hidrocondicionamento.	7
Figura 2- Método de osmocondicionamento com soluções de PEG 6000 e KNO ₃ sob sistema aerado.	8
Figura 3- Marcha de absorção de água pelos aquênios de girassol, sob os métodos de hidrocondicionamento (●), e de osmocondicionamento, em sistema aerado, com solução de PEG 6000 (▼) e de KNO ₃ (○).	13
Figura 4- Dados médios de porcentagem de germinação de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◇) KNO ₃ e ao (□) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.	19
Figura 5- Dados médios de porcentagem de plântulas anormais deformadas provenientes de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtido após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◇) KNO ₃ e ao (□) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.	20
Figura 6 - Dados médios de porcentagem de aquênios não germinados de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◇) KNO ₃ e ao (□) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, após condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.	21
Figura 7 - Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, obtidos de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◇) KNO ₃ e ao (□) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45 °C, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica RJ, 2007.	27
Figura 8 - Dados médios de porcentagem de germinação de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◇) KNO ₃ e ao (□) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.	32
Figura 9 - Dados médios de porcentagem de plântulas anormais deformadas provenientes de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ)	

osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (\diamond) KNO_3 e ao (\square) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007. 33

Figura 10 – Dados médios de porcentagem de aquênios não germinados de três lotes, 1(a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (\diamond) KNO_3 e ao (\square) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007..... 34

Figura 11–Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, provenientes de aquênios de três lotes 1, (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (\diamond) KNO_3 e ao (\square) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada imediatamente após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007..... 40

ÍNDICE DE QUADROS

- Quadro 1. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas e de aquênios não germinados. Avaliação do teste de germinação sob diferentes temperaturas, realizada após o condicionamento fisiológico e o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007..... 16
- Quadro 2. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Avaliação do teste de germinação sob diferentes temperaturas, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007..... 25
- Quadro 3. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas e de aquênios não germinados. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potencias osmóticos, realizada após condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007. 29
- Quadro 4. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potencias osmóticos, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007..... 38
- Quadro 5. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica, de emergência das plântulas e de índice de velocidade de emergência de plântulas. Avaliação realizada imediatamente após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007. 42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Avaliação Inicial	5
3.1.1 Determinação do teor de água	5
3.1.2 Determinação da massa de 1000 sementes.....	5
3.1.3 Teste de retenção em peneira	5
3.1.4 Teste de germinação	5
3.2 Diferenciação dos lotes pelo envelhecimento artificial.....	6
3.3 Condicionamento fisiológico.....	6
3.3.1 Marcha de absorção de água.....	6
3.3.2 Metodologias do condicionamento fisiológico.....	8
3.3.2.1 Hidrocondicionamento	8
3.3.2.2 Osmocondicionamento com solução de PEG 6000.....	9
3.3.2.3 Osmocondicionamento com solução de KNO ₃	9
3.4 Avaliação após Condicionamento Fisiológico	9
3.4.1 Determinação do teor de água	9
3.4.2 Teste de condutividade elétrica	9
3.4.3 Emergência de plântula em areia	10
3.4.4 Envelhecimento acelerado	10
3.4.5 Teste de germinação sob diferentes potenciais do substrato	10
3.4.6 Teste de germinação sob diferentes temperaturas	10
3.4.7 Teste de primeira contagem.....	11
3.5 Procedimento estatístico adotado.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4.1 Caracterização inicial.....	11
4.2 Seleção dos lotes	12
4.3 Marcha de absorção de água	12
4.4 Determinação do teor de água durante a condução dos testes.....	14
4.5 Avaliação da qualidade fisiológica dos aquênios após condicionamento fisiológico	15
4.5.1 Germinação e vigor sob diferentes temperaturas	15
4.5.2 Germinação e vigor sob diferentes potenciais hídricos do substrato.....	28
4.5.3 Outros testes de vigor	42
5. CONCLUSÕES.....	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, originária do continente Norte Americano (CASTRO et al., 1996). Encontra-se entre as três culturas com maior produção de óleo mundial (ESTADOS UNIDOS, 2005). A estimativa da área cultivada no Brasil com esta cultura vem crescendo a cada safra. De acordo com o sexto levantamento de produção de grãos, efetuado em março de 2008, pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), para a safra de 2007/2008, a área cultivada foi de 87,800 ha (CONAB, 2008). A produção de girassol no Brasil se concentra na região centro-oeste, com destaque para os estados de Mato Grosso e Goiás, totalizando 66,700 ha, seguido dos estados da região Sul (CONAB, 2008). Também o estado do Rio de Janeiro tem mostrando resultados promissores, tanto a região Norte (ANDRADE, 2006) como o Sul Fluminense (ORGADEM, 2008) vem revelando a possibilidade de oferta de girassol com o objetivo de produção de biodiesel.

Em relação à espécie, o ciclo vegetativo é de 90 a 130 dias após a instalação, de acordo com a variedade e a época de semeadura. O sistema radicular é pivotante, possuindo um conjunto de raízes secundárias e seu caule é herbáceo e ereto, geralmente não ramificado, com altura variando entre 0,7 a 4,0 m e com cerca de 20 a 40 folhas por planta. A inflorescência é um capítulo, onde se desenvolvem os pseudofrutos, denominados de aquênios (conjunto de semente mais o pericarpo), que são usados para propagação (CASTRO & FARIAS, 2005).

Por possuir excelente qualidade nutricional, com cerca de 20 a 25% de proteína e alta relação de ácidos graxos, dentre estes, 65% de ácido linoléico, vem sendo bastante usado na alimentação humana (CASTRO et al., 1996). Além disso, pelo fato de possuir alto teor de óleo nos aquênios, cerca de 48%, obtido pelo método de extração a frio, atualmente vem sendo excelente alternativa para os produtores que desejam obter seu próprio biocombustível, pois pode ser estocado e utilizado conforme a necessidade da propriedade (GAZZONI, 2005), ou em programas do governo de incentivo à produção de energia, através do Decreto Estadual nº37.927 (BRASIL, 2005a). Além disso, pode aumentar a diversificação do sistema produtivo, por proporcionar aos produtores a possibilidade de ser cultivado após a safra de verão, podendo ser semeado de fevereiro a março, em sucessão a culturas como milho e soja (LAZZAROTTO et al., 2005).

O rendimento de aquênios de girassol pode ser dependente da densidade de plantas, sendo necessário a uniformidade da população inicial da cultura, a qual é influenciada pela temperatura e disponibilidade hídrica do solo, desde a fase de germinação até a emergência de plântula (CASTRO & FARIAS, 2005). Mwale et al. (2003) também constataram que vários fatores climáticos podem prejudicar a uniformidade de germinação dos aquênios de girassol e o estabelecimento de plântulas a campo, sendo que a baixa condição de umidade do solo, resulta em baixa e dessincronizada emergência de plântulas. Ao avaliar a taxa de germinação de aquênios de girassol sob condições de estresse hídrico, induzido por soluções de polietilenoglicol (PEG) 6000, Lenzi et al. (1995) observaram que o potencial osmótico crítico para proporcionar a inibição de 50% da germinação foi inferior a -0,3 MPa. Para Albuquerque et al. (2003), a fase de embebição é um período crítico no ciclo produtivo da cultura do girassol, sendo que, quando os aquênios são expostos a condições adversas, estas podem comprometer o estabelecimento de plântulas a campo. Estes autores ainda verificaram que existe uma interação positiva entre nível de vigor do aquênio e a condição de estresse a qual os aquênios são submetidos, influenciando na queda da emergência das plântulas.

Outro fator importante para a germinação na cultura do girassol é a temperatura do solo: tanto baixas (3°C a 4°C) como altas temperaturas (acima de 25°C) podem induzir a redução na germinação (CASTRO & FARIAS, 2005). Também, para Albuquerque et al. (2003), a alta temperatura é o principal fator que proporciona maior prejuízo à performance germinativa de aquênios de girassol.

A técnica de condicionamento fisiológico tem sido utilizada com o intuito de diminuir o período entre a germinação e a emergência de plântulas em campo. Em estudos com aquênios de girassol, Hussain et al. (2006) verificaram que aquênios tratados com solução de 0,1% de NaCl apresentaram melhor desempenho de germinação e de vigor. No entanto, de acordo com Chojnowski et al. (1997), os aquênios de girassol condicionados são mais vigorosos, porém se não forem armazenados em condições ideais, ou seja, 20°C e 55% de umidade relativa do ar (UR) poderão ter sua viabilidade comprometida.

Além disso, há estudos em que o efeito do condicionamento fisiológico em sementes proporcionou acentuada performance sob condições de estresse hídrico e térmico. Para Marcos Filho (2005a), uma das principais vantagens do condicionamento fisiológico é a tolerância ao estresse após a sementeira ou durante a germinação, conferindo resistência à queda acentuada ou a elevação de temperatura do solo, assim como à deficiência hídrica e ao aumento da concentração salina. Sob condições irregulares de precipitação pluvial e em solos salinos, Kaya et al. (2006) verificaram germinação uniforme e baixa porcentagem de plântulas anormais, quando estas foram provenientes de aquênios de girassol hidrocondicionados e osmocondicionados com solução de KNO₃ a 500ppm. Ao estudar o efeito do osmocondicionamento em solução de PEG 6000, a -2 MPa, durante três dias na germinação de aquênios de girassol sob temperatura subótima (10°C), Chojnowski et al. (1997) verificaram aumento na germinação de 14% para 72%, quando comparado com os resultados obtidos pelos aquênios não condicionados.

Hipóteses científicas

As hipóteses científicas estabelecidas para esse estudo foram: 1) O condicionamento fisiológico de aquênios de girassol favorece seu desempenho sob diferentes temperaturas e potenciais hídricos do substrato. 2) O armazenamento dos aquênios condicionados por dois meses, ou seja, durante o período de comercialização, mantém os efeitos favoráveis dos tratamentos.

Objetivos

- a) Avaliar o potencial fisiológico dos aquênios após o condicionamento fisiológico, sob diferentes temperaturas e potenciais hídricos do substrato
- b) Avaliar o comportamento fisiológico dos aquênios de girassol durante o armazenamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O condicionamento fisiológico de sementes é considerado um tratamento de pré-semeadura, aplicado a lotes de sementes, visando favorecer seu desempenho tanto durante o armazenamento como em campo (TAYLOR et al., 1998). De acordo com Bailly et al. (1998), o condicionamento fisiológico tem sido utilizado como alternativa para diminuir o período entre a instalação da cultura a campo e a emergência da plântula e aumentar a produtividade de várias culturas pela ocorrência de mudanças fisiológicas e bioquímicas na semente, como o aumento na taxa respiratória e na síntese de proteína.

Este tratamento consiste em proporcionar o controle da absorção da água pela semente a um nível necessário para ocorrer os processos metabólicos iniciais da germinação sem que ocorra a emissão da raiz primária (HEYDECKER et al., 1975).

O condicionamento fisiológico das sementes pode ser efetuado através de vários procedimentos, tais como, hidratação das sementes através do equilíbrio com vapor de água da atmosfera; controle da embebição por imersão em água pura; embebição com potencial osmótico limitado ou condicionamento osmótico e embebição em substrato úmido (DONI FILHO, 1992). Para o autor, a técnica de hidratação de sementes através de equilíbrio com o vapor de água da atmosfera é fundamentada na propriedade higroscópica da semente pois, quando estas são expostas a um ambiente onde a pressão de vapor de água é superior a sua pressão de vapor interna, existe a tendência de absorção de água. O controle de embebição por imersão em água pura (potencial osmótico inexpressivo) consiste na imersão das sementes em uma determinada quantidade de água com temperatura e período controlado. Na embebição com potencial osmótico limitado ou condicionamento osmótico, as sementes são colocadas em caixas plásticas entre folhas de papel toalha umedecida em solução osmótica, com pressão estabelecida através da utilização de sais ou outras substâncias, como manitol, dextrose e sacarose. Já na embebição em substrato úmido, pode-se controlar a quantidade de água absorvida pela semente limitando o período de contato da semente com o substrato umedecido.

O condicionamento fisiológico pode ser influenciado por fatores externos e internos. Os fatores externos mais comuns estão relacionados ao controle adequado de suprimento de água para a semente, sendo este diferente para cada espécie; ao suprimento de oxigênio; a temperatura controlada de acordo com as necessidades específicas de cada cultura; a ocorrência de microorganismos; a presença ou ausência de luz; ao recipiente e ao substrato utilizado; a secagem ou não das sementes após os tratamentos e ao método de secagem utilizado, caso esta tenha sido efetuada. Já, os fatores internos estão relacionados à semente, tais como, vigor; tamanho e morfologia, os quais podem interferir na velocidade de absorção de água (SANCHEZ et al., 2001).

São vários os efeitos promissores obtidos com os tratamentos de condicionamento fisiológico, tais como, aumento, aceleração e sincronia na germinação e no estabelecimento de plântulas a campo, devido ao estímulo e a reparação enzimática das membranas celulares; eliminação ou superação de dormência das sementes, bem como adaptação das plantas às condições de estresses climáticos (SANCHEZ et al., 2001).

Kathiresan & Gnanarethinam (1985) verificaram que os aquênios de girassol, embebidos em água por 12 horas e secos a 30°C por 12 horas, apresentaram melhor desempenho quando avaliados pela porcentagem de germinação sob potenciais hídricos de 0, -0,3 e -0,6 MPa, obtidos com soluções de PEG 6000. Também ao avaliar o desempenho germinativo dos aquênios de girassol, sob potenciais hídricos (-0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa),

após a imersão em água por 18 horas em solução de PEG 6000 ou em solução de KNO₃ a 500ppm por 2 horas, ambos a 25°C e com posterior secagem sob 22°C e 45% de umidade relativa do ar, Kaya et al. (2006) verificaram que a porcentagem de germinação foi superior a 90% até o potencial de -0,6 MPa, para os aquênios condicionados pelos dois métodos.

Mwale et al. (2003), avaliando três híbridos de girassol (FSDZF, FSa3 e Z296), após terem sido submetidos ao condicionamento osmótico com solução de PEG 8000, a -0,6 MPa durante sete dias sob 7°C, verificaram que somente as variedades FSDZF e FSa3 apresentaram aumento de cerca de 10% na porcentagem de emergência de plântulas a campo. Da mesma forma, Hussain et al. (2006), ao embeber os aquênios de girassol em solução aerada com 0,1 % de NaCl durante 12 horas ou em água destilada sob sistema aerado por 24 horas, ambos secos em estufa de circulação de ar a 27°C, observaram 87,6% de emergência de plântulas provenientes de aquênios condicionados com solução de NaCl e 88,2% de plântulas provenientes de aquênios hidrocondicionados, quando comparados com os aquênios não condicionados (83,7%).

Em estudos realizados com diferentes técnicas de pré-semeadura usadas em aquênios de girassol, Maiti et al. (2006a) verificaram que ao realizarem o condicionamento pela embebição de sementes em água por cinco ou 12 horas e subsequente secagem durante dois dias a 20°C, que estes procedimentos promoveram resultados satisfatórios na porcentagem de germinação (92% e 85%, respectivamente).

Outro aspecto que tem sido observado na literatura é a permanência ou não dos efeitos do condicionamento após as sementes terem sido submetidas à secagem rápida ou à secagem lenta e, subsequente, armazenamento. Kathiresan e Gnanarethinam (1985) observaram que a temperatura de 30°C por 12 horas é a mais indicada para efetuar a secagem rápida em aquênios de girassol após a embebição em água por 12 horas, por ter sido verificado o melhor resultado de germinação. Da mesma forma, Caseiro & Marcos Filho (2005), estudando diferentes métodos de secagem após o condicionamento fisiológico em sementes de cebola, verificaram que a secagem rápida de sementes em estufa de circulação de ar a 35°C por 24 horas foi a mais favorável para a redução do grau de umidade, sem provocar reversão significativa dos efeitos favoráveis ao potencial fisiológico. No entanto, Chojnowski et al. (1997), efetuando a secagem lenta em ambiente controlado (20°C a 55% umidade relativa do ar), observaram que foi mantido o efeito favorável do condicionamento fisiológico de aquênios de girassol em solução osmótica utilizando PEG 6000 durante sete dias a 15°C. Também, Maiti et al. (2006b) empregando a secagem por três dias a sombra, após o condicionamento de aquênios de girassol através da embebição em água durante 15 e 20 horas, verificaram valores de porcentagem de germinação superiores a 80% quando comparado com os dos aquênios não condicionados (49%). Estes autores também constataram que o condicionamento pode ocasionar mudança bioquímica na semente, pelos processos de embebição e secagem, associando essas mudanças à lavagem do ácido abscísico, substância inibidora da germinação.

Chojnowski et al. (1997), em estudos com condicionamento de aquênios de girassol, confirmaram que se estes forem armazenados inadequadamente após o condicionamento, poderão ter sua viabilidade comprometida. De acordo com Marcos Filho (2005a), para que ocorra a manutenção do potencial fisiológico das sementes condicionadas, após a secagem e durante o armazenamento, é necessário a escolha do procedimento adequado de condicionamento, assim como o método de secagem, período e condições de armazenamento.

Para Oliveira et al. (2006) uma das desvantagens do condicionamento fisiológico está relacionada com a redução do potencial de armazenamento das sementes. No entanto, estas

devem ser armazenadas por período suficiente para que possam ser comercializadas sem que ocorra a perda dos benefícios adquiridos no condicionamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no município de Seropédica/RJ no período de Agosto de 2007 a Fevereiro de 2008. Foi utilizado um lote de aquênios de girassol da variedade Catissol 01, adquirido da Coordenadoria Assistência Técnica Integral (CATI).

Após o recebimento, o lote foi armazenado em câmara seca a 18°C e 45% de umidade relativa do ar (UR), por dois meses. Após este período, este foi submetido à avaliação inicial das características físicas e fisiológicas.

3.1 Avaliação Inicial

3.1.1 Determinação do teor de água

Foi conduzido com quatro subamostras de 25 aquênios, empregando o método da estufa 105± 3°C por 24 horas (BRASIL, 1992).

3.1.2 Determinação da massa de 1000 sementes

Foi conduzido com oito subamostras de 100 aquênios, sendo a média dessas subamostras multiplicada por 10, sendo o cálculo do coeficiente de variação foi menor a 4%, com base em BRASIL (1992).

3.1.3 Teste de retenção em peneira

Foi empregado o conjunto de peneiras manuais, dispostas em ordem decrescente em relação ao diâmetro dos crivos circulares, que variaram de 11/64” a 14/645” (3,80mm a 5,55mm). Os aquênios retidos em cada peneira foram pesados, e em seguida, foi calculada a porcentagem de aquênios retidos em cada peneira.

3.1.4 Teste de germinação

Foi conduzido com quatro subamostras de 50 aquênios, utilizando como substrato, rolo de papel germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a sua massa seca. Os rolos foram mantidos em germinador a 25°C sob ausência de luz. As avaliações foram efetuadas aos quatro e 10 dias, com base em BRASIL (1992).

Foi considerado como plântula normal as que apresentavam-se com 7,5 cm e com todas as estruturas desenvolvidas; para plântula anormal deformada, foram consideradas aquelas com desenvolvimento fraco. Para aquênios não germinados, foram considerados

aqueles que não absorveram água (duros), que estavam dormentes (absorveram água) e que estavam mortos (amolecidos e atacados por microorganismos), de acordo com Brasil (1992).

3.2 Diferenciação dos lotes pelo envelhecimento artificial

O lote de aquênios de girassol da variedade Catissol 01 foi submetido ao envelhecimento artificial, para a obtenção de três distintos níveis de qualidade fisiológica. Assim, o lote de aquênios previamente tratado com fungicida Captan da marca comercial Orthocide 500, na proporção de 3g de captan para 1 kg de aquênio (IMOLESI et al., 2001), foi submetido ao envelhecimento artificial. Para isto, 250 aquênios (10,5g) foram dispostos em camada única sobre tela de alumínio no interior de caixas plásticas tipo “gerbox” com 40 ml de água destilada ao fundo, com base em Rossetto et al. (1997), para soja e Albuquerque et al. (2003), para girassol. Os gerbox foram mantidos em câmara de envelhecimento, sob 45°C, de acordo com Bailly et al. (1998), por período de 0, 12, 24, 36 e 48 horas.

Após o envelhecimento artificial, os aquênios foram submetidos à determinação do teor de água conforme metodologia descrita no item 3.1.1. e ao teste de germinação conforme a metodologia descrita no item 3.1.4.

3.3 Condicionamento fisiológico

Após a diferenciação dos lotes, foi realizado ou não o condicionamento dos aquênios empregando os métodos: 1 - Hidrocondicionamento, 2 – osmocondicionamento com solução de polietilenoglicol (PEG) 6000 e 3 – osmocondicionamento com solução de nitrato de potássio (KNO₃).

3.3.1 Marcha de absorção de água

Previamente a realização do condicionamento fisiológico, foi definido o período de exposição dos aquênios a cada método. Para isto, foi realizado o estudo das marchas de absorção de água pelos aquênios.

Pelo método de hidrocondicionamento (Figura 1), quatro subamostras de 50 aquênios (2,1g), previamente pesadas e avaliadas em relação ao teor inicial de água, foram distribuídas no interior de caixas plásticas (15 x 31 cm), entre duas camadas de seis folhas de papel toalha do tipo germitest, umedecidas na proporção de 2 vezes a massa, ou seja com 75 ml de água, o que equivale a 1g de aquênio para cada 36 ml de água, com base em Caseiro & Marcos Filho (2004). As caixas foram envolvidas com sacos plásticos para evitar a perda de água e colocadas em germinador à temperatura constante de 15°C, sob ausência de luz (CASEIRO & MARCOS FILHO, 2004). A partir da instalação, as caixas foram retiradas do germinador após 2, 4, 6, 12, 18, 24 e 48 horas de embebição, para a avaliação da absorção de água através de pesagens dos aquênios, com base em Rossetto (1995). A remoção das caixas ocorreu até quando foi verificada a estabilização da absorção de água e, ou da emissão de raiz primária.



Figura 1- Método de hidrocondicionamento.

Pelo método do osmocondicionamento em solução de polietilenoglicol (PEG) 6000 sob sistema aerado (Figura 2), foi utilizado o potencial osmótico de -2,0 MPa de acordo com Chojnowski et al. (1997) e Bailly et al. (1998). Foram usados 400g de PEG para 1L de água, de acordo com Michael & Kaufmann (1973) e Villela et al. (1991). Uma subamostra de 200 aquênios (8,4g), previamente pesadas e avaliadas em relação ao teor inicial de água, foi colocada em recipiente contendo 300ml da solução, equivalente a 1g de aquênios para 36 ml de solução com base em Caseiro & Marcos Filho (2004). Os recipientes foram transferidos para germinador com temperatura constante de 15°C, sob ausência de luz (CHOJNOWSKI et al., 1997). A partir da instalação os recipientes foram retirados do germinador após 2, 6, 8, 12, 18, 24 e 48 horas de embebição, para avaliação da absorção de água através da pesagem dos aquênios. A remoção das caixas ocorreu até quando foi verificada a estabilização da absorção de água e, ou da emissão de raiz primária.

Também foi realizado o método do osmocondicionamento com solução de 0,5% de KNO_3 sob sistema aerado, ou seja, 5g de KNO_3 por litro de água, com base em Hussain et al. (2006). Uma subamostra de 200 aquênios (8,4g), previamente pesadas e avaliadas em relação ao teor inicial de água, foi colocada em recipiente contendo 300ml da solução para 200 aquênios, equivalente a 1g de aquênios para cada 36 ml de solução, com base em Caseiro & Marcos Filho (2004). Os recipientes foram transferidos para germinador com temperatura

constante de 25°C, sob ausência de luz (HUSSAIN et al., 2006). A partir da instalação os recipientes foram retirados do germinador após 1, 2, 6, 12, 18 e 24 horas de embebição, para avaliação da absorção de água através da pesagem dos aquênios. A remoção das caixas ocorreu até quando foi verificada a estabilização da absorção de água e, ou da emissão de raiz primária.



Figura 2- Método de osmocondicionamento com soluções de PEG 6000 e KNO_3 sob sistema aerado.

3.3.2 Metodologias do condicionamento fisiológico

3.3.2.1 Hidrocondicionamento

Para o hidrocondicionamento, por lote, foram utilizadas 45 subamostras de 100 aquênios (4,2g) expostas a temperatura de 15°C e imersas em 150ml de água destilada, durante o período a ser definido pela marcha de absorção de água (item 3.3.1). Após o condicionamento, os aquênios foram secos superficialmente em papel toalha por 10 minutos e colocados em estufa de circulação de ar a 30°C por 12 horas, de acordo com Kathiresan & Gnanarethnam (1985), para que retornassem ao teor inicial de água.

3.3.2.2 Osmocondicionamento com solução de PEG 6000

Para o osmocondicionamento com solução de PEG 6000, sob sistema aerado, foram utilizadas nove subamostras de 500 aquênios (21g) expostas à temperatura de 15°C e imersas em 750ml de solução, durante o período a ser definido pela marcha de absorção de água (item 3.3.1). Após o condicionamento, os aquênios foram lavados em água corrente para que fosse eliminado o excesso da solução de PEG, secos superficialmente em papel toalha por 10 minutos e colocados em estufa de circulação de ar a 30°C por 12 horas, de acordo com Kathiresan & Gnanarethinam (1985), para que retornassem ao teor inicial de água.

3.3.2.3 Osmocondicionamento com solução de KNO₃

Para o osmocondicionamento com solução de KNO₃, sob sistema aerado foram utilizadas nove subamostras de 500 aquênios (21g) expostas à temperatura de 25°C, e imersas em 750ml de solução, durante o período a ser definido pela marcha de absorção de água (item.3.3.1). Após o condicionamento, os aquênios foram lavados em água corrente para que fosse eliminado o excesso da solução de KNO₃, secos superficialmente em papel toalha por 10 minutos e colocados em estufa de circulação de ar a 30°C por 12 horas, de acordo com Kathiresan & Gnanarethinam (1985), para que retornassem ao teor inicial de água.

3.4 Avaliação após Condicionamento Fisiológico

Após o condicionamento, os aquênios, de cada lote foram divididos em dois sublotos, sendo um deles submetido à determinação do teor de água e a avaliação da qualidade fisiológica após o condicionamento fisiológico e o outro a avaliação da qualidade fisiológica após dois meses de armazenamento em condições controladas (21,6°C e 65% UR do ar), período este suficiente para a comercialização dos aquênios na mesma safra sem que ocorra perda dos ganhos advindos do condicionamento fisiológico com base em Oliveira et al. (2006).

3.4.1 Determinação do teor de água

De acordo com metodologia descrita no item 3.1.1.

3.4.2 Teste de condutividade elétrica

Foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes (aquênios sem o pericarpo), de cada lote. As sementes foram previamente pesadas, imersas em 75ml de água destilada e deionizada e, mantidas em copos plásticos (200mL) por 24 horas sob temperatura de 25°C (BRAZ et al., 2008). A leitura foi realizada utilizando aparelho da marca Meinsberg Conductivity Meter LF 37 e os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

3.4.3 Emergência de plântula em areia

Foi realizado com quatro subamostras de 50 aquênios de cada lote. Estes foram semeados em caixas plásticas (38x27x9cm), contendo 7kg de substrato de areia lavada, esterilizado (em autoclave a 120°C por 2 horas) e umedecida com água destilada, visando atingir 60% da capacidade de retenção, com base em Brasil (1992). As avaliações foram realizadas diariamente após a semeadura visando a avaliação da velocidade de emergência, de acordo com Maguire (1962) e da porcentagem de emergência total de plântulas (NAKAGAWA, 1999).

3.4.4 Envelhecimento acelerado

Foi realizado com 250 aquênios (10,5g) de cada lote. Estes foram dispostos em camada única sobre tela de alumínio no interior de caixas plásticas do tipo gerbox, onde foram adicionados 40ml de solução saturada de NaCl, a 40%, ou seja 40g de NaCl por litro, visando obter 76% UR do ar. Estas caixas foram mantidas em câmara de envelhecimento sob 42°C por período de 96 horas (BRAZ et al., 2008). Após o período de exposição, foi determinado o teor de água e instalado o teste de germinação para computar a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, com base em BRASIL (1992).

3.4.5 Teste de germinação sob diferentes potenciais do substrato

Para a avaliação da germinação sob potenciais hídricos, foram utilizadas quatro subamostras de 50 aquênios de cada lote. Estas foram distribuídas em substrato papel germitest umedecido com soluções aquosas de PEG, nos potenciais hídricos de zero, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, estabelecidos para aquênios de girassol segundo Kaya et al. (2006) e preparadas de acordo com Michael & Kaufmann (1973) & Villela et al. (1991), utilizando zero; 151,4g, 223,7g e 279,3g de PEG 6000 por litro de água respectivamente. O substrato foi umedecido com as soluções de PEG 6000 e com água pura na proporção de 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos foram colocados em sacos plásticos e mantidos em germinador a 25°C, sob ausência de luz. As avaliações efetuadas aos quatro e 10 dias, com base em (BRASIL, 1992).

3.4.6 Teste de germinação sob diferentes temperaturas

Para a avaliação da germinação sob diferentes temperaturas, foram utilizadas quatro subamostras de 50 aquênios de cada lote. Estas foram distribuídas em substrato tipo papel germitest umedecido com água na proporção de 2,5 vezes a sua massa seca. Os rolos foram colocados em sacos plásticos e mantidos em germinador sob quatro temperaturas (15, 25, 35 e 45°C), com base em Chojnowski et al. (1997), sob ausência de luz. As avaliações efetuadas aos quatro e 10 dias, com base em (BRASIL, 1992).

3.4.7 Teste de primeira contagem

Foi conduzido em conjunto com o teste de germinação sob diferentes temperaturas e potenciais hídricos do substrato, avaliando-se o número de plântulas normais no quarto dia do teste de germinação, com base em Nakagawa (1999).

3.5 Procedimento estatístico adotado

Primeiramente, foi realizada a análise de variância individual, considerando que para cada época de avaliação o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial triplo para germinação sob diferentes temperaturas (3 lotes x 4 métodos x 4 temperaturas) e para germinação sob diferentes potenciais hídricos (3 lotes x 4 métodos x 4 potenciais hídricos). Para os testes de vigor, foi adotado o esquema fatorial duplo (3 lotes x 4 métodos).

Posteriormente, foi feita a análise conjunta, considerando ambas avaliações (após o condicionamento e após o armazenamento). Quando a relação entre o maior e o menor quadrado médio do erro foi menor ou igual a sete, optou-se pela análise conjunta dos dados, de acordo com Gomes (1990).

Os procedimentos estatísticos foram determinados com auxílio dos pacotes estatísticos Saeg 9.1 e Sisvar 4.1, das Universidades de Viçosa e Lavras, respectivamente.

Para testar a normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros foram utilizados os testes de Lilliefors e de Cochran & Bartley, respectivamente. Com os pressupostos atendidos (normalidade e homogeneidade com distribuição explicada pela função normal), foram realizadas as análises de variância (ANOVA), com a aplicação do teste F e, para as variáveis cujo teste F foi significativo, foram comparadas as médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey ($p=0,05$) para as fontes de variação qualitativa. No caso das interações significativas, foram realizados os desdobramentos necessários.

Para as fontes de variação quantitativa foi efetuado o teste de regressão (GOMES, 1990), com a utilização do pacote estatístico Sisvar 4.3. A escolha das equações foi baseada no r^2 e na expectativa biológica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização inicial

Na caracterização inicial do lote de aquênios de girassol da variedade Catissol 01, foi constatado que a massa de 1000 aquênios, correspondeu a 41,63 g e que 73% dos aquênios ficaram retidos na peneira de crivo circular de diâmetro 12/64". Além disso, os aquênios apresentaram 86% de germinação e 7,3% de teor inicial de água. (Tabela 1).

4.2 Seleção dos lotes

Na Tabela 1, encontram-se os valores de germinação dos aquênios de girassol após terem sido submetidos ao envelhecimento artificial. Foi verificada redução significativa da germinação até 24 horas de exposição e, a partir deste período, os menores valores.

Assim, foram selecionados os períodos de zero, 24 e 36 horas de exposição dos aquênios ao envelhecimento artificial, visando obter três distintos lotes denominados de 1, 2 e 3. De acordo com a Comissão Estadual de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2005b), estes valores podem ser considerados superior (lotes 1 e 2) e abaixo do padrão de comercialização, que é de 75% (lote 3).

Tabela 1 - Dados médios em porcentagem de água (inicial, antes e após secagem) e de germinação dos aquênios de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não ao envelhecimento artificial por 12, 24, 36 e 48 horas para diferenciação dos lotes. Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Teor de água (%)			Germinação (%)
	Inicial	Após o envelhecimento	Após a secagem	
Controle	7,3	-----	-----	86 a
Envelhecimento (12 h)	-----	23,7	7,5	80 b
Envelhecimento (24 h)	-----	28,2	7,7	76 b
Envelhecimento (36 h)	-----	30,8	8,1	66 c
Envelhecimento (48 h)	-----	36,1	7,1	60 c
C.V. (%)				3,72

4.3 Marcha de absorção de água

Pela Figura 3, foi observado que os aquênios submetidos ao osmocondicionamento com solução de PEG atingiram a fase de lenta absorção de água após oito horas de embebição. De acordo com Bewley & Black (1994), neste período, denominado de fase II, ocorrem importantes eventos metabólicos em preparação a emergência da raiz primária. Em relação ao teor de água apresentado pelos aquênios osmocondicionados com solução de PEG a -2,0 MPa, após oito horas de embebição foi de 31,5% (Tabela 2). Além disso, foi verificado que durante este método de condicionamento não ocorreu a emissão da raiz primária (Tabela 2). De acordo com Marcos Filho (2005b), quanto menor o potencial hídrico, maior a duração da fase II de germinação, ou seja, potenciais inferiores a -1,5 MPa podem promover o impedimento da evolução normal do metabolismo e da emissão da raiz primária. Para Bailly et al. (1998), a técnica de condicionamento fisiológico deve ser feita controlando a absorção de água nesta fase, ou seja, antes da emissão da raiz primária.

Também na Figura 3, foi observado que os aquênios submetidos ao método do hidrocondicionamento atingiram a fase de lenta absorção após 18 horas de embebição. No entanto, apenas após quatro horas de embebição, já atingiram 31,6% de água (Tabela 2). Este valor foi semelhante ao atingido pelos aquênios submetidos ao osmocondicionamento com solução de PEG, após oito horas (Figura 3). Além disso somente após 18 horas de embebição ocorreu as emissões de raiz primária provenientes dos aquênios submetidos a este método (Tabela 2). De acordo com Caseiro & Marcos Filho (2004), a determinação do conteúdo de água, antes e principalmente após o condicionamento fisiológico deve ser considerado como importante parâmetro na seleção do melhor procedimento para a realização desta técnica.

Pela Figura 3, também, foi constatado que os aquênios submetidos ao osmocondicionamento com solução de KNO_3 atingiram a fase de lenta absorção de água após 18 horas de embebição. No entanto, apenas uma hora de embebição já atingiram 34,6% de água (Tabela 2), sendo este valor semelhante ao atingido pelos aquênios submetidos ao osmocondicionamento com solução de PEG após oito horas de embebição (Figura 3). Além disso, somente após 18 horas de embebição ocorreu as emissões de raiz primária provenientes dos aquênios submetidos ao osmocondicionamento com solução de KNO_3 (Tabela 2).

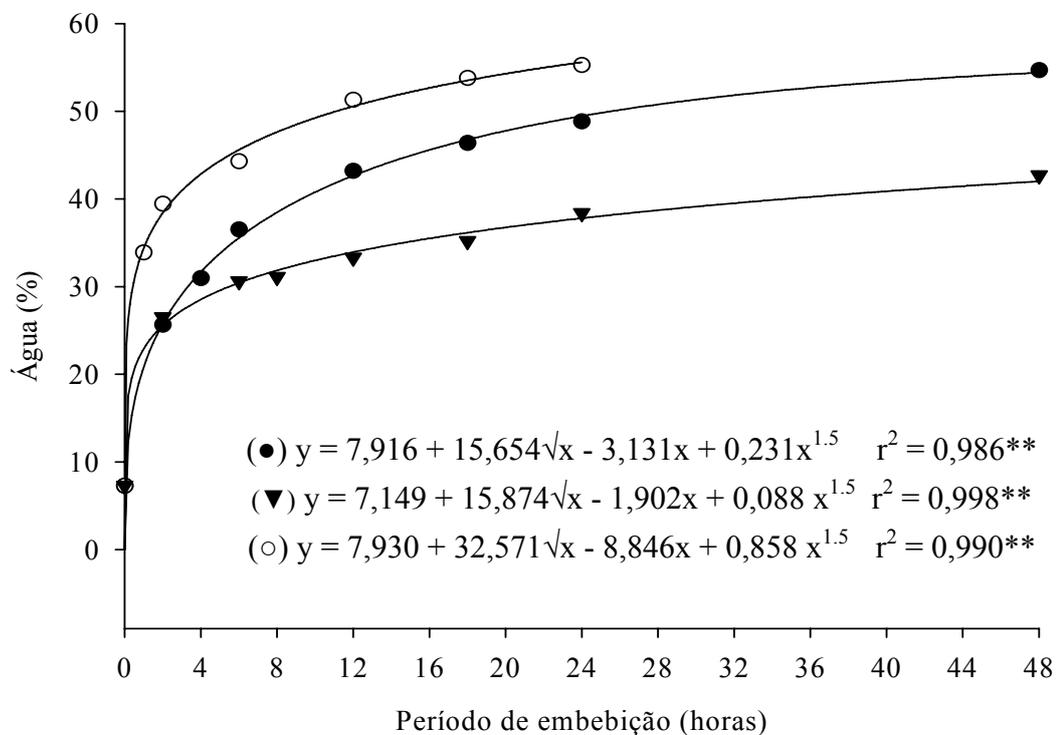


Figura 3- Marcha de absorção de água pelos aquênios de girassol, sob os métodos de hidrocondicionamento (●), e de osmocondicionamento, em sistema aerado, com solução de PEG 6000 (▼) e de KNO_3 (○).

Tabela 2 -Dados médios em porcentagem de água e de emissão de raiz primária, dos aquênios de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos aos métodos de osmocondicionamento (OC) sob sistema aerado com solução de PEG 6000 e de KNO₃ e hidrocondicionamento (HC). Seropédica- RJ, 2007.

Período de embebição (horas)	Teor de água (%)			Emissão da raiz primária (%)		
	OC PEG	OC KNO ₃	HC	OC PEG	OC KNO ₃	HC
0	7,3	7,3	7,3	0 a	0 c	0 d
1	--	34,6	--	--	0 c	--
2	24,4	40,0	26,4	0 a	0 c	0 d
4	--	--	31,6	--	--	--
6	30,8	44,3	37,2	0 a	0 c	0 d
8	31,5	--	--	0 a	--	0 d
12	33,3	51,3	43,2	0 a	2,0 c	0 d
18	35,2	53,8	46,4	0 a	6,0 b	4,0 c
24	38,4	55,28	48,9	0 a	14,0 a	13,0 b
48	42,7	--	54,7	0 a	--	52,0 a
C.V. (%)				0,0	18,7	19,3

4.4 Determinação do teor de água durante a condução dos testes

Após o condicionamento através dos diferentes métodos foi observado que o teor de água dos aquênios estavam próximo a 34% para o lote 1, a 35% para o lote 2 e a 36% para o lote 3 (Tabela 3), retornando após a secagem, a valores próximos ao do teor inicial de água (7,3%) (Tabela 1). O teor de água dos aquênios após o envelhecimento acelerado, empregando o sistema de solução saturada (Tabela 3), foi próximo ao inicial. Estes valores segundo Jianhua & McDonald (1996), podem estar relacionados com a redução da velocidade de absorção de água, através deste procedimento de execução do teste de envelhecimento acelerado.

Durante o armazenamento, o teor de água dos aquênios aumentou, provavelmente, em função do ganho de água devido ao processo de equilíbrio higroscópico.

Tabela 3 -Dados médio de porcentagem de água dos aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) ao condicionamento fisiológico pelos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG 6000 e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC), após a secagem e na avaliação do teste de envelhecimento acelerado imediatamente após condicionamento fisiológico (antes) e após o armazenamento (Após). Seropédica - RJ, 2007.

Lotes	Tratamentos	Teor de água (%)			
		Após CF	Após secagem	Envelhecimento acelerado	
				Antes	Após
1	SC	-----	-----	7,2	10,5
	OC PEG	32,4	6,2	6,9	8,7
	OC KNO ₃	34,7	6,6	7,8	10,5
	HC	33,7	6,5	7,8	8,3
2	SC	-----	----	8,3	8,5
	OC PEG	33,8	6,1	9,3	9,4
	OC KNO ₃	35,8	7,5	9,2	10,4
	HC	35,2	6,8	9,2	9,3
3	SC	----	----	8,6	8,6
	OC PEG	33,4	6,1	8,6	9,5
	OC KNO ₃	37,9	6,3	8,4	9,7
	HC	35,8	6,7	8,5	9,8

4.5 Avaliação da qualidade fisiológica dos aquênios após condicionamento fisiológico

4.5.1 Germinação e vigor sob diferentes temperaturas

Os três lotes de aquênios de girassol da variedade Catissol 01 foram submetidos à avaliação de germinação sob diferentes temperaturas, tanto após o condicionamento fisiológico como após o armazenamento (Figuras 4, 5 e 6 e Tabelas 4, 5 e 6).

Pelo resultado da análise de variância conjunta (Quadro 1), foi constatado efeito significativo da interação entre épocas de avaliação da qualidade fisiológica dos lotes, métodos de condicionamento fisiológico e de temperaturas do meio, para as porcentagens de germinação, de plântulas anormais deformadas e de aquênios não germinados. Assim, tanto após o condicionamento fisiológico quanto após o armazenamento, foi constatado efeito significativo de interação tripla para porcentagens de germinação e de plântulas anormais deformadas.

Quadro 1. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas e de aquênios não germinados. Avaliação do teste de germinação sob diferentes temperaturas, realizada após o condicionamento fisiológico e o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Germinação	Plântulas anormais deformadas	Aquênios não germinados
Após condicionamento				
Lotes (L)	2	1702,312 **	1670,645 **	5,583 *
Condicionamento fisiológico (CF)	3	8960,576**	5169,243 **	7,916 **
Estresse Térmico (ET)	3	649,520**	521,687 **	29186,972 **
L x CF	6	281,201 **	270,118 * *	0,416 **
L x ET	6	53,145 **	52,729 **	3,972 **
CF x ET	9	125,594 **	109,168 * *	2,064 ^{ns}
L x CF x ET	18	26,775 **	21,682 **	1,842 ^{ns}
Erro	144	4,326	4,048	1,097 *
C.V. (%)		3,44	14,30	8,04
Após armazenamento				
L	2	1581,750 **	1581,750 **	0,213 ^{ns}
CF	3	680,000**	680,000 **	0,213 ^{ns}
ET	3	64392,22**	64392,222 **	484,789 **
L x CF	6	66,416 **	66,416 **	0,213 ^{ns}
L x ET	6	275,638 **	275,638 **	0,213 ^{ns}
CF x ET	9	236,666 **	236,666 **	0,213 ^{ns}
L x CF x ET	18	68,305 **	68,305 **	0,213 ^{ns}
Erro	144	10,500	10,500	0,213
C.V. (%)		5,95	15,81	19,75
Análise conjunta				
Época (E)	1	3348,843 **	3965,510 **	26,041 **
L	2	3257,531 **	3240,197 **	2,791 *
CF	3	1263,760 **	1137,843 **	3,958 **
ET	3	142882,121**	14661,565 **	59176,819 **
E x L	2	26,531 *	12,197 ^{ns}	2,791 *
E x CF	3	65,760 **	63,843 **	3,958 **
E x ET	3	470,677 **	499,899 **	10,152 **
L x CF	6	88,781 **	88,656 **	0,208 ^{ns}
L x ET	6	491,225 **	490,378 **	1,986 *
CF x ET	9	279,297 **	259,973 **	1,032 ^{ns}
E x L x CF	6	30,781 **	30,489 **	0,208 ^{ns}
E x L x ET	6	65,614 **	55,378 **	1,986 *
E x CF x ET	9	82,964 **	85,862 **	1,032 ^{ns}
L x CF x ET	18	62,401 **	56,688 **	0,921 *
E x L x CF x ET	18	32,679 **	33,299 **	0,921 *
Erro	288	7,413	7,274	0,548
C.V. (%)		4,74	15,60	5,80

*significativo a 5%, ** significativo a 1% probabilidade pelo teste de Tukey e ns= não significativo

Na Figura 4, na avaliação após o condicionamento fisiológico visando definir a temperatura crítica, foi verificado que à medida que a temperatura de exposição do meio foi elevada de 15°C para 25°C houve aumento da porcentagem de germinação dos aquênios dos três lotes, condicionados ou não pelos diferentes métodos,. A partir da temperatura de 25°C, foi observado redução acentuada na porcentagem de germinação, sendo que sob a temperatura de 45°C, os aquênios não germinaram (Figura 6). Albuquerque et al. (2003) observaram que a temperatura de 35°C ocasionou maior redução da germinação, em torno de 39,6%, quando comparado com a temperatura de 15°C, a qual proporcionou redução de 6,7%. Para Castro & Farias (2005), a germinação dos aquênios de girassol aumenta exponencialmente sob temperatura de 3°C a 30°C, sendo mantido os máximos valores com temperatura de 23°C e decrescendo rapidamente com temperaturas acima de 25°C. Chojnowski et al. (1997) observaram que ocorreu aumento da germinação dos aquênios de girassol da cultivar Mirassol condicionados ou não à medida que a temperatura de exposição dos aquênios foi elevada de 10°C para 30°C, e em temperaturas superiores a 30°C, foi verificada queda da germinação dos aquênios osmocondicionados com solução de PEG 6000 a -2 MPa em relação aos aquênios não condicionados, os quais apresentaram redução da germinação a partir de 40°C e não sendo verificada germinação dos aquênios sob 45°C, condicionados ou não. Na avaliação após o armazenamento(Figura 4), também foi observado resultado semelhante ao obtido na avaliação realizada após o condicionamento fisiológico, com exceção dos valores obtidos pelos aquênios do lote 3 não condicionados. Este resultado pode ser explicado pelo aumento de plântulas anormais deformadas, ou seja, com menor desenvolvimento, provenientes de aquênios não condicionados quando a temperatura de exposição destes foi elevada de 15°C para 25°C (Figura 5).

Pela Tabela 4, na avaliação após o condicionamento fisiológico, foi constatado que os aquênios condicionados tanto do lote 1 (não envelhecido) como dos lotes 2 (envelhecido artificialmente por 24 horas) e 3 (envelhecido artificialmente por 36 horas), apresentaram maior germinação sob as temperaturas 15, 25 e 35°C do que os aquênios não submetidos ao condicionamento (controle), exceto para os aquênios do lote 2 osmocondicionados com solução de KNO₃, sob 35°C. Provavelmente estes maiores valores de germinação dos aquênios condicionados pelos diferentes métodos estão relacionados aos efeitos benéficos desse tratamento sobre a síntese de proteínas e de ácidos nucléicos, assim como sobre o reparo de membranas, otimizando a retomada do metabolismo germinativo (CARDOSO, 2004). Também, Bailly et al. (1998 e 2002) verificaram que os aquênios da cultivar Fantasol, envelhecidos por cinco dias sob 45°C e 100% UR do ar e osmocondicionados com solução de PEG 8000 a -2 MPa, apresentaram maior valor de germinação (considerando emissão da raiz primária) do que os aquênios envelhecidos e não condicionados, sendo este valor próximo ao inicial, sugerindo que tenha ocorrido restauração da taxa de germinação.

Também na Tabela 4, foi constatado que sob 15°C, os aquênios do lote 1 osmocondicionados com KNO₃ apresentaram maiores valores de germinação do que os demais. Já sob 25°C e 35°C, foi constatado que os aquênios do lote 1 condicionados pelos três métodos apresentaram os maiores valores de germinação do que os demais. Esse resultado é semelhante ao obtido por Kaya et al. (2006), que ao avaliar a taxa de germinação sob 25°C dos aquênios de girassol da cultivar Sambro, após o hidrocondicionamento por 18 horas e o osmocondicionamento com solução de KNO₃ (500 ppm) por duas horas, observaram valores superiores a 90% de emissão da raiz primária, quando comparado com os não condicionados.

Na avaliação após o armazenamento, com exceção dos lotes 2 e 3 submetidos a germinação sob 15°C e do lote 1 sob 25°C, também foi observado maior germinação dos aquênios condicionados do que dos não condicionados, a semelhança do observado na avaliação após o condicionamento (Tabela 4). Além disso, sob 15°C foi verificado que os

aquênios do lote 1, osmocondicionados com KNO_3 , apresentaram maior porcentagem de germinação, embora este valor não tenha diferido do apresentado pelos aquênios osmocondicionados com solução de PEG (Tabela 4). Este comportamento fisiológico pode estar associado ao estímulo da atividade das enzimas catalase (CAT) e gultationa redutase (GR), enzimas removedoras de radicais livres, durante a embebição controlada dos aquênios, estabelecendo assim relação entre vigor dos aquênios e remoção de espécies ativas de oxigênio (BAILLY et al., 2002). Este resultado, provavelmente, está relacionado com a menor porcentagem de plântulas anormais deformadas proveniente destes aquênios (Tabela 5). Analisando a porcentagem de germinação sob 25°C , foi constatado que os aquênios dos lotes 1 e 2, condicionados pelos diferentes métodos, apresentaram os maiores valores de germinação do que os demais. Já, sob 35°C , foi observado que somente os aquênios do lote 1, condicionados pelos diferentes métodos, apresentaram os maiores valores de germinação, embora estes valores não tenham sido diferente do apresentado pelos aquênios do lote 2 quando hidrocondicionados.

Sob a temperatura de 45°C não foi observada germinação dos aquênios dos três lotes independente do método de condicionamento e da época de avaliação (Tabela 4). Na Tabela 6 foi observado 100% de aquênios mortos, duros ou dormentes. Fato semelhante também foi observado por Corbineau et al. (2002). Os autores verificaram que os aquênios de girassol da cultivar Veraflor, quando submetidas à elevada temperatura (45°C) por extenso período (120h), perdem totalmente sua capacidade germinativa, provavelmente, devido à seqüência de danos celulares e metabólicos irreversíveis, associado à deterioração dos aquênios.

Também na Tabela 4, ao comparar os resultados obtidos na avaliação após o condicionamento fisiológico com os obtidos após o armazenamento, foi verificado sob a temperatura de 15°C , após o armazenamento houve redução da germinação dos aquênios do lote 1 condicionados pelos diferentes métodos, dos do lote 2 quando osmocondicionados com solução de KNO_3 e dos do lote 3 osmocondicionados com solução de PEG, Chojnowski et al. (1997) também observaram redução na porcentagem de germinação dos aquênios osmocondicionados com PEG 6000 a -2 MPa quando armazenados durante 14 semanas. Segundos estes autores a perda da porcentagem de germinação pode ser indício de leve deterioração ocorrida durante o armazenamento. No entanto, estes mesmos autores relataram que se os aquênios condicionados estivessem sido armazenados em condições ideais (20°C e 55% UR do ar), poderia haver minimização da perda dos efeitos benéficos advindos do condicionamento. Também ao avaliar a porcentagem de germinação sob 25°C , foi observada redução da germinação após o armazenamento dos aquênios dos lotes 1, 2 e 3 condicionados com solução de KNO_3 , dos aquênios dos lotes 1 e 2 hidrocondicionados e dos aquênios dos lotes 2 e 3 osmocondicionados com solução de PEG (Tabela 4). Para a germinação sob 35°C , foi observado que os aquênios do lote 1 quando condicionados pelos diferentes métodos apresentaram redução da germinação após o armazenamento. No entanto, mesmo com esta redução, os aquênios apresentaram valor superior ao limite (75%), proposto para sementes desta espécie, pela Comissão Estadual de Sementes e Mudas (BRASIL, 2005b).

Já, após o armazenamento, foi verificada a manutenção da germinação, permanecendo dentro do limite de comercialização, sob 15°C dos aquênios do lote 3 osmocondicionados com solução de PEG, e sob 25°C dos aquênios do lote 1 e 2 não condicionados e do lote 1 osmocondicionados com solução de PEG (Tabela 4).

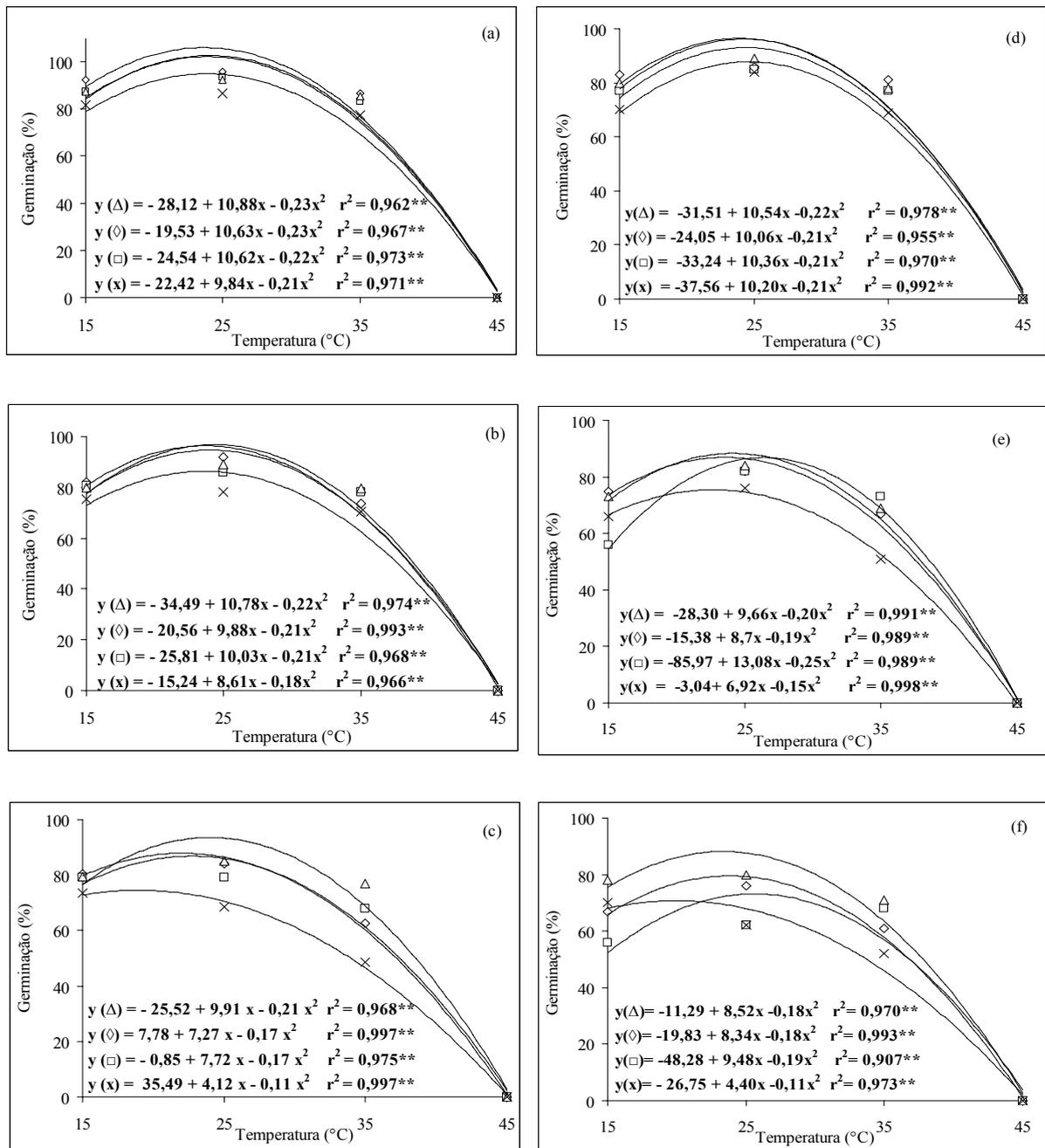


Figura 4— Dados médios de porcentagem de germinação de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◊) KNO₃ e ao (◻) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.

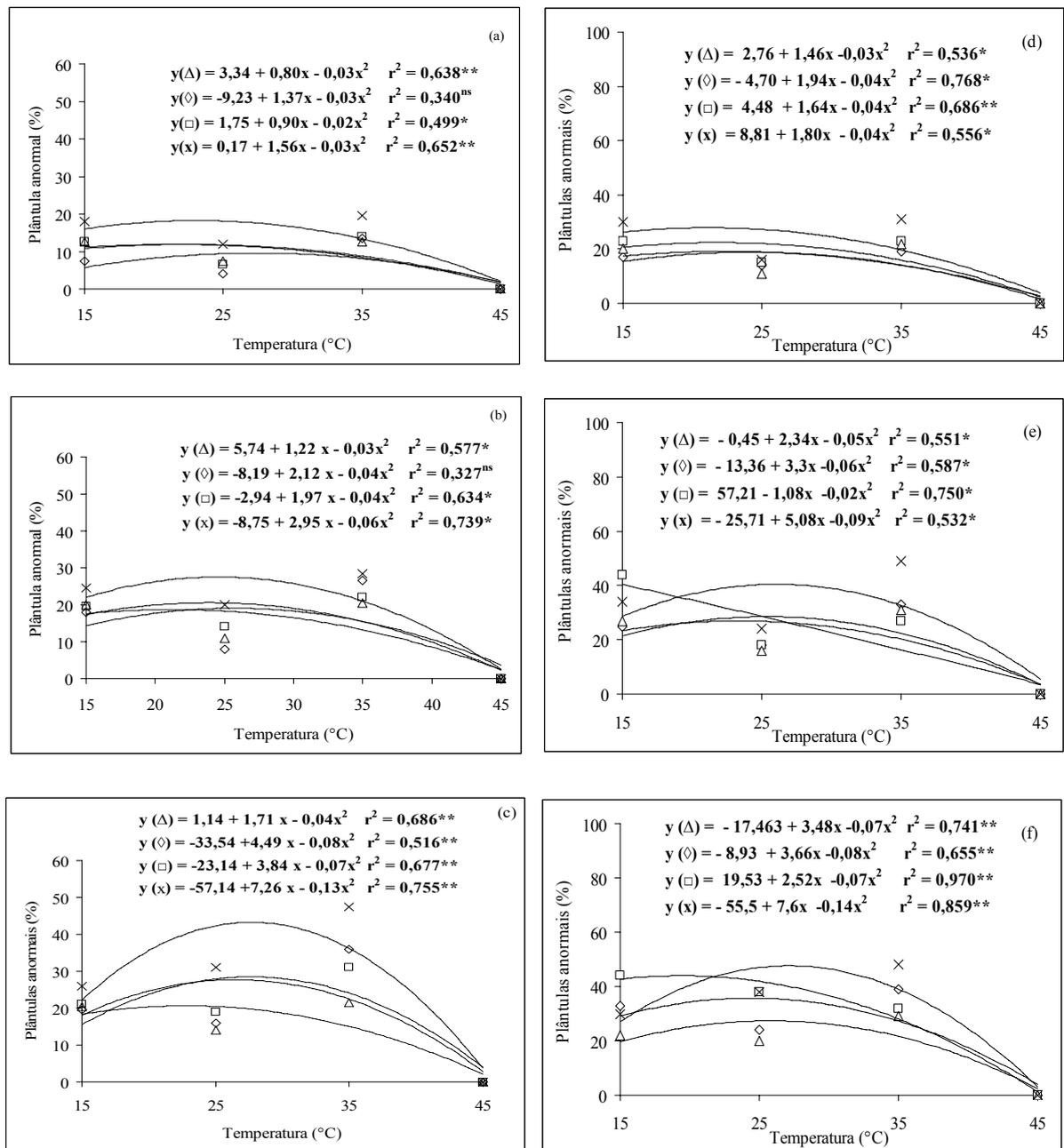


Figura 5– Dados médios de porcentagem de plântulas anormais deformadas provenientes de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtido após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (\diamond) KNO_3 e ao (\square) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.

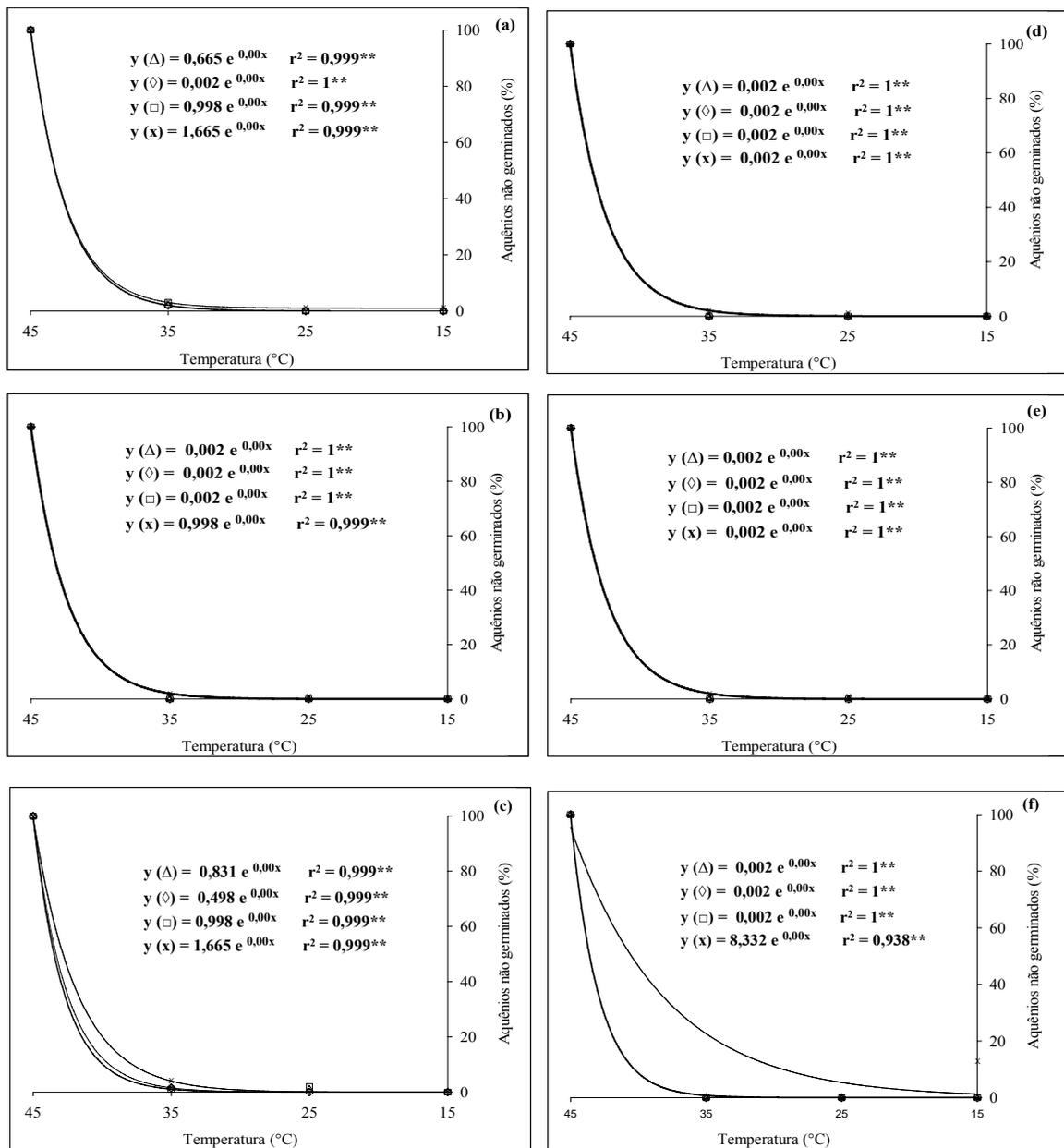


Figura 6 – Dados médios de porcentagem de aquênios não germinados de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◊) KNO₃ e ao (◻) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, após condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.

Tabela 4 - Dados médios de porcentagem de germinação de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Germinação (%)							
	Após condicionamento				Após armazenamento			
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias
15°C SC	82XAc*	76XBb	74XBb	77	70YAc	66YAb	70XAb	69
OC PEG	88XAb	80XBa	80XBa	83	80YAab	73YBab	78XABa	77
OC KNO ₃	93XAa	82XBa	81XBa	85	83YAa	75YBa	67YCb	75
HC	88XAb	81XBa	79XBa	83	77YAb	56YBc	56YBc	63
Médias	88	80	79	82	78	68	68	71
25°C SC	87XAb	78XBc	69XCc	78	84XAa	76XBb	62YCb	74
OC PEG	93XAa	89XBab	85XCa	89	89XAa	84YAa	80YBa	84
OC KNO ₃	96XAa	92XBa	84XCa	91	86YAa	82YABa	76YBa	81
HC	94XAa	86XBb	79XCb	86	85YAa	82YAa	62YBb	76
Médias	93	86	79	86	86	81	70	79
35°C SC	78XAb	71XBb	49XCd	66	69YAb	61YBc	50XBc	60
OC PEG	86XAa	80XBa	77XBa	81	78YAa	69YBb	71YBa	73
OC KNO ₃	85XAa	74XBb	63XCc	74	81YAa	67YBab	61XCb	70
HC	83XAa	78XBa	68XBb	76	77YAa	73YABa	68XBa	73
Médias	83	76	64	74	76	68	63	72
45°C SC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
OC PEG	0	0	0	0a	0	0	0	0a
OC KNO ₃	0	0	0	0a	0	0	0	0a
HC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
Médias	0A	0A	0A	0X	0A	0A	0A	0X

C.V. (%) 4,74

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lotes) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para épocas de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5– Dados médios de porcentagem de plântulas anormais deformadas, provenientes de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento, Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Plântulas anormais deformadas (%)								
	Após condicionamento				Após armazenamento				
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias	
15°C	SC	18XBa*	25XAa	26XAa	23	30YAa	34YAb	30YAb	31
	OC PEG	13XBb	20XAb	21XAb	18	20YBbc	27YAc	22XABc	23
	OC KNO ₃	8XBc	18XAb	20XAb	15	17YCc	25YBc	33YAb	25
	HC	13XBb	20XAa	21XAb	18	23YBb	44YAa	44YAa	37
	Médias	13	21	22	18	23	33	32	29
25°C	SC	12XCa	20XBa	31XAa	21	16YCa	24YBa	38YAa	26
	OC PEG	8XBb	11XAbc	14XAc	11	11XBa	16YABb	20YAb	16
	OC KNO ₃	4XCb	8XBd	16XAbc	9	14YBa	18YBb	24YAb	19
	HC	7XCb	14XBb	19XAb	13	15YBa	18YBb	38YAa	24
	Médias	8	13	20	14	14	19	30	21
35°C	SC	20XCa	29XBa	48XAa	32	31YBa	49YAa	48XAa	43
	OC PEG	13XBb	21XAb	22XAd	18	22YBb	31YAbc	29YAc	27
	OC KNO ₃	14XCb	27XBa	36XAb	25	19YCb	33YBb	39XAb	30
	HC	14XCb	22XBb	31XAc	22	23YBb	27YABc	32XAc	27
	Médias	15	24	34	24	24	35	37	32
45°C	SC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	OC PEG	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	OC KNO ₃	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	HC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	Médias	0A	0A	0A	0X	0A	0A	0A	0X

C.V. (%) 15,60

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lotes) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para épocas de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Dados médios de porcentagem de aquênios não germinados, de três lotes (1, 2 e 3) de girassol variedade da Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Aquênios não germinados (%)								
	Após condicionamento				Após armazenamento				
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias	
15°C	SC	1XAa*	0XBa	1XAa	0	0YBa	0XBa	13YAa	4
	OC PEG	0XAb	0XAa	0XAb	0	0XAa	0XAa	0XAb	0
	OC KNO ₃	0XAb	0XAa	0XAb	0	0XAa	0XAa	0XAb	0
	HC	0XAb	0XAa	0XAb	0	0XAa	0XAa	0XAb	0
	Médias	0	0	0	0	0	0	3	1
25°C	SC	2XAa	2XAa	1XAa	1	0Y	0Y	0Y	0a
	OC PEG	0XBb	0XBb	1XAa	0	0X	0X	0Y	0a
	OC KNO ₃	0XAb	0XAb	0XAb	0	0X	0X	0X	0a
	HC	0XBb	0XBb	2XAa	1	0X	0X	0Y	0a
	Médias	0	1	1	1	0A	0A	0A	0
35°C	SC	3XAa	1XBa	4XAa	3	0Y	0Y	0Y	0a
	OC PEG	2XAa	0XBb	2XAb	1	0Y	0X	0Y	0a
	OC KNO ₃	0XBb	0XBb	2XAb	1	0X	0X	0Y	0a
	HC	3XAa	0XBb	1XBc	1	0Y	0X	0Y	0a
	Médias	2	0	2	1	0A	0A	0A	0
45°C	SC	100	100	100	100a	100	100	100	100a
	OC PEG	100	100	100	100a	100	100	100	100a
	OC KNO ₃	100	100	100	100a	100	100	100	100a
	HC	100	100	100	100a	100	100	100	100a
	Médias	100A	100A	100A	100X	100A	100A	100A	100X

C.V. (%) 5,80

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lotes) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para épocas de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade..

Os três lotes de aquênios de girassol da variedade Catissol 01 também foram submetidos à avaliação do vigor considerando a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação sob diferentes temperaturas, tanto após o condicionamento fisiológico como após o armazenamento (Figura 7 e Tabela 7).

Pela análise de variância conjunta (Quadro 2), foi constatado efeito significativo da interação entre épocas de avaliação da qualidade fisiológica dos lotes, métodos de condicionamento fisiológico e de temperaturas do meio, para a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Assim, tanto após o condicionamento fisiológico quanto após o armazenamento, foi constatado efeito significativo de interação tripla para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação.

Quadro 2. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Avaliação do teste de germinação sob diferentes temperaturas, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios Primeira contagem
Após condicionamento		
Lotes (L)	2	13000,333 **
Condicionamento fisiológico (CF)	3	43601,909 **
Estresse Térmico (ET)	3	1527,576 **
L x CF	6	1698,305 **
L x ET	6	204,138 **
CF x ET	9	201,020 **
L x CF x ET	18	140,222 **
Erro	144	12,562
C.V. (%)		8,75
Após armazenamento		
L	2	5355,120 **
CF	3	581,875 **
ET	3	34098,540 **
L x CF	6	168,950 **
L x ET	6	1388,458 **
CF x ET	9	134,460 **
L x CF x ET	18	105,995 **
Erro	144	11,180
C.V. (%)		10,98
Análise conjunta		
Època (E)	1	8626,041 **
L	2	17196,697 **
CF	3	1926,444 **
ET	3	75958,055 **
E x L	2	1159,447 **
E x CF	3	182,819 **
E x ET	3	1742,708 **
L x CF	6	201,309 **
L x ET	6	2337,503 **
CF x ET	9	238,370 **
E x L x CF	6	171,225 **
E x L x ET	6	748,947 **
E x CF x ET	9	97,597 **
L x CF x ET	18	167,707 **
E x L x CF x ET	18	77,614 **
Erro	288	12,090
C.V. (%)		9,72

** significativo a 1%

Pela Figura 7, na avaliação após condicionamento fisiológico, visando definir a temperatura crítica, foi observado que à medida que a temperatura de exposição dos aquênios foi elevada de 15°C para 25°C, que houve aumento da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação dos três lotes condicionados pelos diferentes métodos. A partir da temperatura de 25°C, foi verificada redução mais acentuada desta porcentagem.

Após o armazenamento, também foram observados resultados semelhantes aos obtidos na avaliação realizada após o condicionamento fisiológico (Figura 7).

Pela Tabela 7, foi constatado, na avaliação após o condicionamento fisiológico, que os aquênios sob 15, 25 e 35°C do lote 1 (não envelhecidos) osmocondicionados com solução de KNO₃ apresentaram maior porcentagem de plântulas normais, embora esses valores não tenham diferido estatisticamente dos aquênios sob 25 e 35°C deste mesmo lote, após terem sido osmocondicionados com solução de PEG, também foi observado maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação dos aquênios sob 15 e 25°C do lote 2 (envelhecidos artificialmente por 24 horas) osmocondicionados com solução de PEG, assim como aquênios sob 25°C osmocondicionados com solução de KNO₃ e dos aquênios sob 35°C hidrocondicionados.

Ao comparar os resultados do vigor, avaliado pela primeira contagem de germinação (Tabela 7), com os de germinação (Tabela 4), foi constatado que na avaliação após o condicionamento fisiológico, o vigor dos aquênios de girassol hidrocondicionados do lote 1 sob 25 e 35°C foi mais prejudicado que a germinação, assim como na avaliação após o armazenamento dos aquênios osmocondicionados com solução de PEG do lote 1 sob 15°C e dos hidrocondicionados, sob 35°C, assim como o vigor dos aquênios condicionados pelos diferentes métodos do lote 2 sob 25°C.

Na Tabela 7, após o armazenamento, foi constatado que sob 15°C os aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de KNO₃ e os do lote 3 (envelhecido artificialmente por 36 horas) osmocondicionados com solução de PEG, apresentaram os maiores valores de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Já sob 25°C, foi observado que os aquênios do lote 1, condicionados pelos diferentes métodos, apresentaram maiores valores de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Sob 35°C, foi constatado maiores valores de plântulas normais na primeira contagem provenientes de aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de KNO₃, embora estes valores não tenham diferido dos aquênios osmocondicionados com solução de PEG e dos do lote 2 que foram hidrocondicionados.

Ao comparar os resultados obtidos após o condicionamento fisiológico com os após o armazenamento, foi verificada redução da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação obtidas de aquênios do lote 1, 2 e 3 sob 15°C e 25°C, com exceção dos aquênios do lote 3 sob 15°C e 25°C osmocondicionados com solução de KNO₃ e sob 25°C osmocondicionados com solução de PEG (Tabela 7). Também foi observado redução da porcentagem de plântulas normais sob 35°C, provenientes dos aquênios dos três lotes com exceção dos aquênios dos lotes 1 e 2 não condicionados, do lote 1 hidrocondicionados e do lote 3 osmocondicionados com solução de KNO₃ (Tabela 7). Ainda na Tabela 7, avaliando o vigor pelo teste de primeira contagem, não foram observadas plântulas normais obtidas dos aquênios dos três lotes, condicionados ou não, sob 45°C em ambas avaliações.

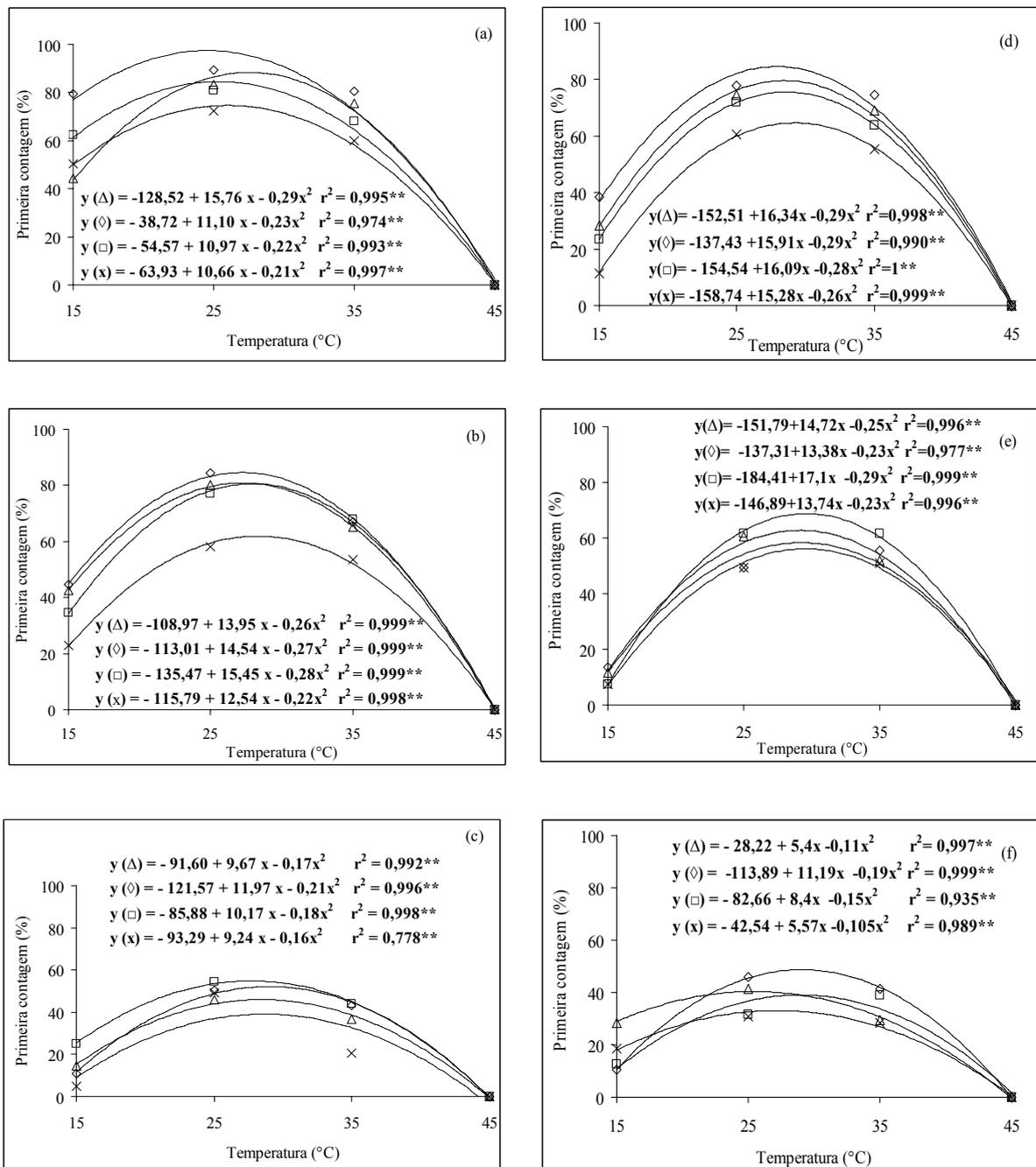


Figura 7 – Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, obtidos de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (\diamond) KNO_3 e ao (\square) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45 °C, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica RJ, 2007.

Tabela 7-Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, obtidos de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 15, 25, 35 e 45°C, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Primeira Contagem (%)								
	Após condicionamento				Após armazenamento				
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias	
15°C	SC	51XAc*	23XBc	5XCc	26	12YBc	8YBa	19YAb	13
	OC PEG	45XAc	43XAa	15XBb	34	29YAb	12YBa	29YAa	23
	OC KNO ₃	80XAa	45XBa	11XCbc	45	39YAA	14YBa	11XBc	21
	HC	63XAb	35XBb	25XCa	41	24YAb	8YBa	13YBbc	15
	Médias	59	36	14	36	26	10	18	18
25°C	SC	73XAc	58XBc	49XCab	60	61YAb	50YBb	31YCb	47
	OC PEG	84XAab	80XAab	46XBb	70	75YAA	61YBa	42XCa	59
	OC KNO ₃	90XAa	85XAa	51XBab	75	78YAA	50YBb	46XBa	58
	HC	81XAb	77XAb	55XBa	71	72YAA	62YBa	32YCa	55
	Médias	82	75	50	69	71	55	38	55
35°C	SC	60XAc	54XBb	21XCc	45	56XAc	51XAb	29YBb	45
	OC PEG	76XAa	65XBa	37XCb	59	69YAA	52YBb	30YCb	50
	OC KNO ₃	81XAa	67XBa	43XCab	64	75YAA	56YBab	42XCa	57
	HC	68XAb	68XAa	44XBa	60	64XAb	62YAA	39YBa	55
	Médias	71	63	36	57	66	55	35	52
45°C	SC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	OC PEG	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	OC KNO ₃	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	HC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	Médias	0A	0A	0A	0X	0A	0A	0A	0X

C.V. (%) 9,72

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lotes) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para épocas de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade..

4.5.2 Germinação e vigor sob diferentes potenciais hídricos do substrato

Os três lotes de aquênios de girassol da variedade Catissol 01 foram submetidos a avaliação de germinação sob diferentes potenciais hídricos do substrato, tanto após o condicionamento fisiológico como após o armazenamento.

Pelo resultado da análise de variância conjunta (Quadro 3), foi constatado efeito significativo da interação entre épocas de avaliação da qualidade fisiológica dos lotes, método de condicionamento fisiológico e potenciais hídricos, para porcentagem de germinação, de plântulas anormais deformadas e de aquênios não germinados. Assim, tanto após o condicionamento fisiológico quanto após o armazenamento foi constatado efeito significativo de interação tripla para porcentagem de germinação, plântulas anormais deformadas e aquênios não germinados.

Quadro 3. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas e de aquênios não germinados. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potências osmóticas, realizada após condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Germinação	Plântulas normais deformadas	Aquênios não germinados
Após condicionamento				
Lote (L)	2	812,270 **	55,020 **	489,250 **
Condicionamento fisiológico (CF)	3	768,743 **	344,187 **	95,722 **
Estresse Hídrico (EH)	3	75588,854**	6055,409 **	41562,055 **
L x CF	6	85,743 **	98,270 **	80,638 **
LF x EH	6	182,020 **	626,909 **	200,888 **
CF x EH	9	161,780 **	214,724 **	107,111 **
L x CF x EH	18	24,418 **	112,752 **	78,388 **
Erro	144	3,645	4,715	2,583
C.V. (%)		3,28	8,84	9,32
Após armazenamento				
L	2	225,645 **	266,583 **	460,583 **
CF	3	449,472 **	275,243 **	203,68 **
EH	3	61292,583**	7555,076 **	74657,687 **
L x CF	6	119,868 **	97,888 **	23,583 **
L x EH	6	250,229 **	560,472 **	199,250 **
CF x EH	9	81,750 **	301,650 **	140,465 **
L x CF x EH	18	68,562 **	159,629 **	98,694 **
Erro	144	4,569	6,090	2,368
C.V. (%)		4,27	8,53	7,33
Análise conjunta				
Época (E)	1	6288,843 **	1837,500 **	1342,510 **
L	2	935,447 **	195,572 **	889,291 **
CF	3	1086,288 **	614,736 **	153,677 **
EH	3	135725,482**	7279,125 **	113783,28 **
E x L	2	102,468 **	126,031 **	60,541 **
E x CF	3	131,927 **	4,694 ^{ns}	145,732 **
E x EH	3	1155,954 **	6331,361 **	2436,454 **
L x CF	6	144,517 **	95,392 **	41,291 **
L x EH	6	376,461 **	1113,114 **	376,861 **
CF x EH	9	143,862 **	274,782 **	107,677 **
E x L x CF	6	61,093 **	100,767 **	62,930 **
E x L x EH	6	55,788 **	74,267 **	23,277 **
E x CF x EH	9	99,667 **	241,592 **	139,899 **
L x CF x EH	18	45,771 **	176,674 **	106,194 **
E x L x CF x EH	18	47,209 **	95,707 **	70,888 **
Erro	288	4,107	5,402	2,475
C.V. (%)		3,74	8,69	8,23

** significativo a 1% , ns - não significativo

Foi observado pela Figura 8, que à medida que ocorreu redução do potencial osmótico de 0,0 MPa para -0,9MPa, foi observada diminuição da porcentagem de germinação dos aquênios dos três lotes, condicionados ou não, tanto após o condicionamento fisiológico como após o armazenamento. Estes resultados podem estar relacionados com os elevados valores de plântulas anormais deformadas (Figura 9), sendo observados na avaliação após o condicionamento fisiológico maiores percentuais de plântulas anormais nos potenciais osmóticos mais negativos -0,6 e -0,9 MPa, com exceção dos aquênios do lote 3 não condicionados. Em outras espécies, Silva et al. (2006) também observaram que ao submeterem as sementes de soja a valores decrescentes de potencial osmótico (0,0 a -0,7 MPa), que ocorreu redução dos valores de germinação.

Pela Tabela 8, na avaliação após o condicionamento fisiológico, os aquênios do lote 1, osmocondicionados com solução de KNO_3 apresentaram os maiores valores de germinação do que os demais, sob potencial hídrico de 0,0MPa, embora este valor não tenha diferido do apresentado pelos aquênios dos lotes 1 e 2 osmocondicionados com solução de PEG. Esses resultados de maior valores de porcentagem dos aquênios osmocondicionados com solução de KNO_3 do lote 1 sob -0,3 MPa, podem estar relacionados com os menores valores de plântulas anormais deformadas (Tabela 9). Provavelmente pelo fato do nitrato de potássio atuar como receptor de elétrons, que disponibiliza NADP utilizado em processos de biossíntese no ciclo da pentose fosfato no processo respiratório (BUCKERIDGE et al., 2004). Também pode estar relacionado com a atuação em conjunto do nitrato de potássio com o ácido giberélico, sendo este promotor químico da germinação (MARCOS FILHO, 2005b). Conforme Sing & Rao (1993) atribuem o efeito benéfico da embebição pelo método osmocondicionamento com solução de KNO_3 na germinação de aquênios de girassol, ao fato do ion NO_3^- poder ter sido absorvido e promover maior estímulo à germinação. Ao avaliar a germinação sob potencial osmótico de -0,3 MPa, foi verificado que os aquênios do lote 1 (não condicionados, osmocondicionados com solução de PEG e hidrocondicionados) e os aquênios do lote 2 (osmocondicionados com solução de PEG e com solução de KNO_3) apresentaram os maiores valores de porcentagem de germinação. Na redução do potencial osmótico para -0,6 MPa, foi observado que os aquênios dos três lotes osmocondicionados com solução de PEG e os aquênios do lote 1 hidrocondicionados apresentaram a maior porcentagem de germinação quando comparados com os demais (Tabela 8). Segundo Kaya et al. (2006), aquênios de girassol da variedade Sambro, osmocondicionados com solução de KNO_3 (500 ppm) por 2 horas e hidrocondicionados por 18 horas, demonstraram valores superiores a 95% de germinação, avaliada pela emissão de raiz primária, sob estresse hídrico de 0,0 MPa a -1,2 MPa simulado com solução de NaCl. Já, quando simulado com solução de PEG, foi observado maiores valores de germinação até o potencial hídrico de -0,6 MPa.

Na Tabela 8, foi verificado que sob -0,9 MPa, não houve germinação dos aquênios independente do método de condicionamento e da época de avaliação. Além disso na Tabela 10, foram observados elevados valores de aquênios não germinados, sob - 0,9 MPa. Podendo estes resultados serem explicados devido ao fato de que a exposição de sementes a potenciais hídricos muito negativos, influencia a absorção de água pela semente, reduzindo a atividade enzimática resultando em menor desenvolvimento meristemático (HADAS, 1976). Kaya et al. (2006) verificaram que à medida que diminuiu o potencial osmótico da solução de PEG 6000 a valores inferiores a -0,6 MPa, ocorreram maiores valores de porcentagem de plântulas anormais, tanto para aquênios de girassol da variedade Sambro que foram osmocondicionados com solução de KNO_3 (500ppm) por 2 horas e hidrocondicionados por 18 horas quanto para os aquênios não condicionados.

Após o período de armazenamento, foi verificado que os aquênios, osmocondicionados com solução de PEG do lote 1 e os osmocondicionados com solução de

KNO₃ e hidrocondicionados do lote 2, apresentaram os maiores valores de germinação sob 0,0 MPa, do que os demais, embora este valor não tenha diferido estatisticamente dos submetidos aos demais métodos de condicionamento. Avaliando a germinação sob potencial osmótico de -0,3 MPa, foi verificado que aquênios dos lotes 2 e 3 (osmocondicionados com solução de PEG) do lote 1 (com solução de KNO₃) do lote 3 (hidrocondicionados) apresentaram os maiores valores de germinação quando comparado com os demais. Sob potencial osmótico de -0,6 MPa, foi verificado maior valor de germinação dos aquênios dos lotes 1 e 2 osmocondicionados com solução de KNO₃ e do lote 3 com solução de PEG, quando comparado com os submetidos aos demais métodos (Tabela 8).

Ao comparar valores obtidos na avaliação após o condicionamento fisiológico com os obtidos após o armazenamento (Tabela 8), foi observado na avaliação após o armazenamento, que houve redução dos valores de germinação sob 0,0, -0,3 e -0,6 MPa para os três lotes condicionados ou não, com exceção dos aquênios dos lotes 2 e 3 não condicionados, sob 0,0 MPa, e o do lote 1 osmocondicionados com solução de KNO₃, sob potencial osmótico de -0,3 MPa e os do lote 3 não condicionados e hidrocondicionados, sob -0,6 MPa. No entanto, na avaliação após o armazenamento, mesmo com a redução dos valores de germinação, os aquênios dos lotes 1 condicionados ou não, e os do lote 2 condicionados pelos diferentes métodos e os do lote 3 osmocondicionados com solução de PEG e solução de KNO₃, sob potencial osmótico de 0,0 MPa, assim como os aquênios os dos lotes 2 e 3 osmocondicionados com solução de PEG, sob potencial osmótico de -0,3 MPa, apresentaram valor superior ao limite (75%) proposto para sementes desta espécie, pela Comissão Estadual de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2005b).

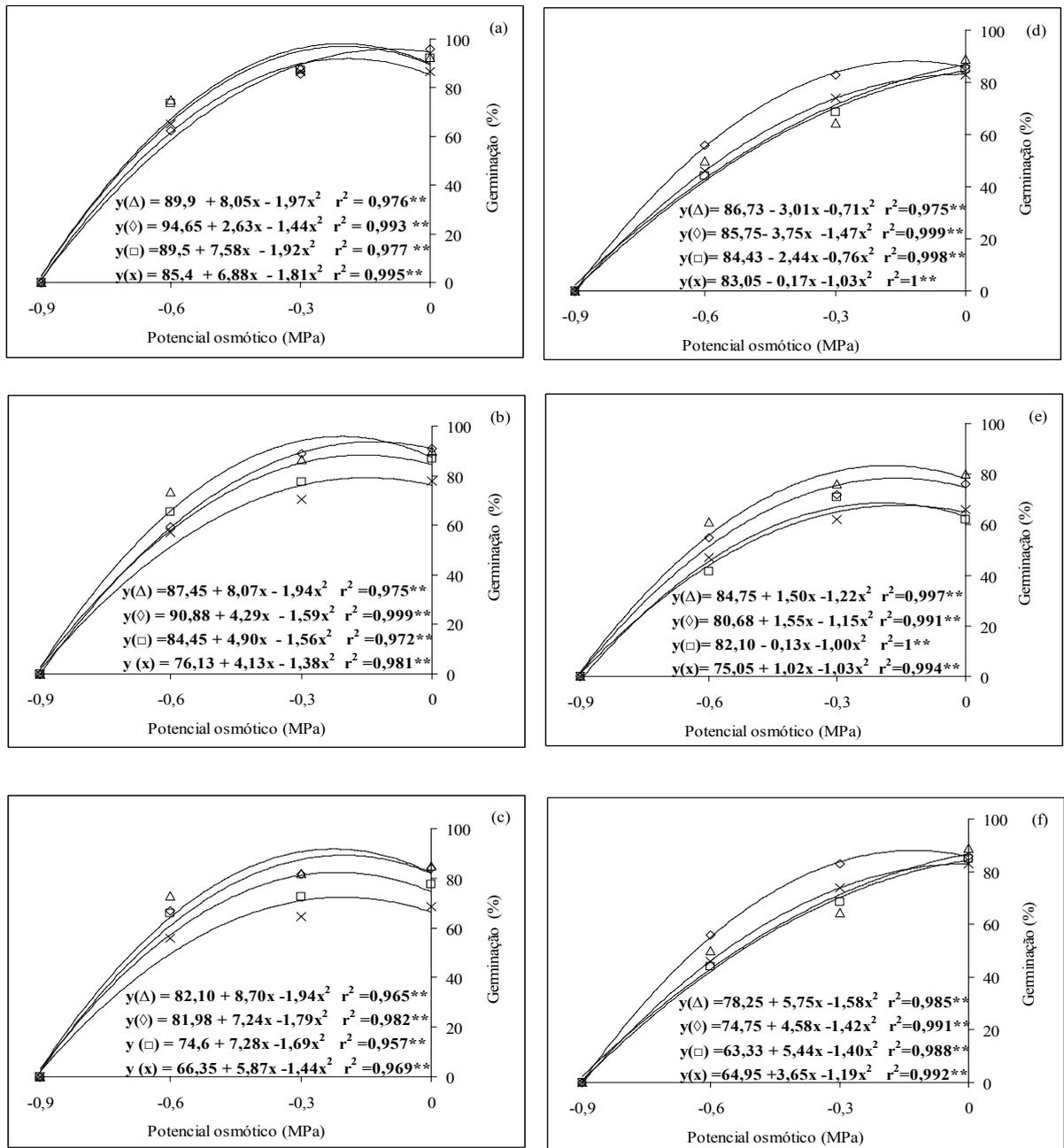


Figura 8 – Dados médios de porcentagem de germinação de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (\diamond) KNO_3 e ao (\square) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.

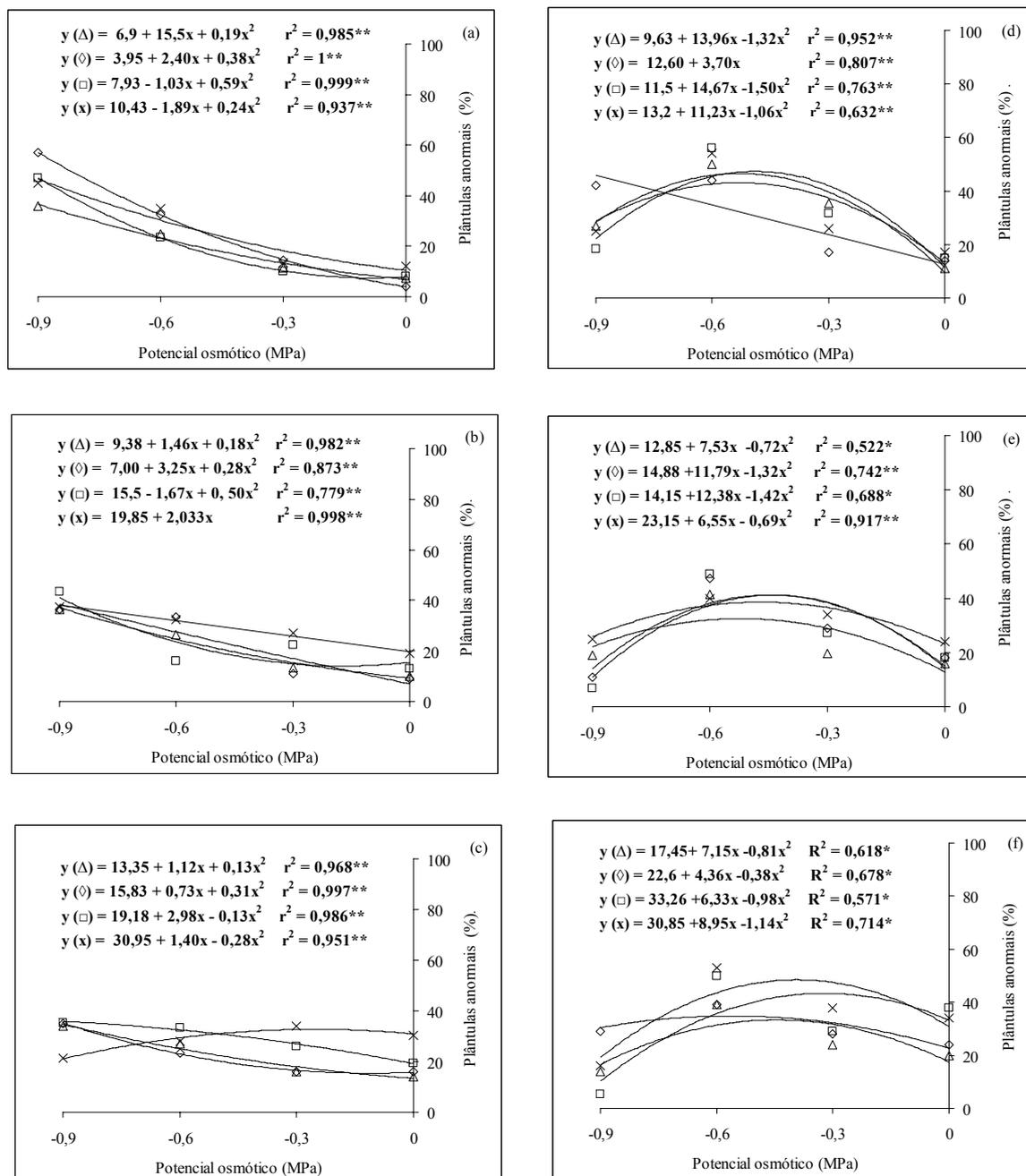


Figura 9 – Dados médios de porcentagem de plântulas anormais deformadas provenientes de aquênios de três lotes, 1 (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (\diamond) KNO_3 e ao (\square) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.

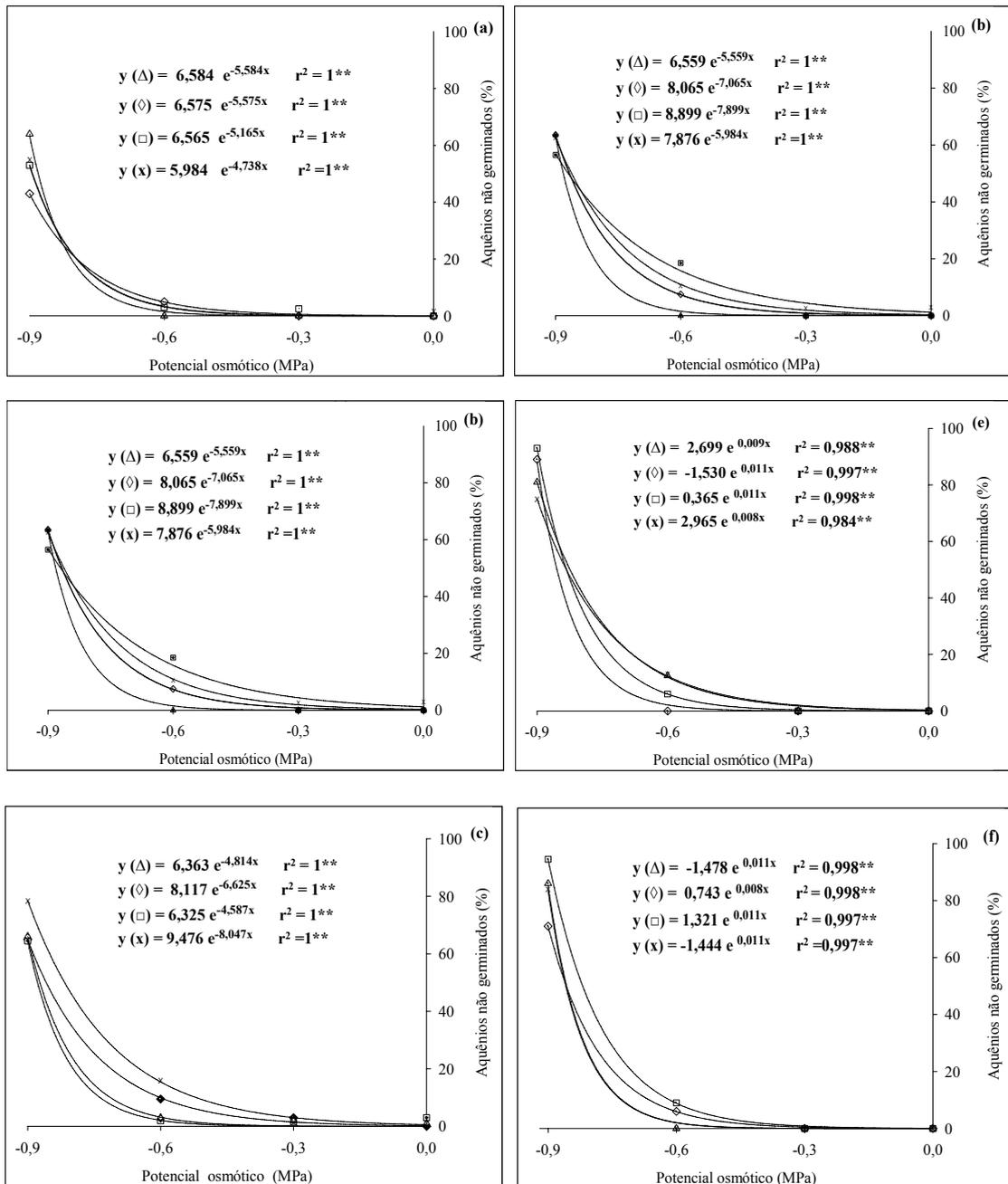


Figura 10 – Dados médios de porcentagem de aquênios não germinados de três lotes, 1(a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◊) KNO₃ e ao (◻) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.

Tabela 8-Dados médios de porcentagem de germinação de aquênios de três lotes, (1, 2 e 3), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Germinação (%)								
	Após condicionamento				Após armazenamento				
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias	
0,0MPa	SC	87XAc*	78XBc	69XCc	78	83YAb	76XBb	66XCb	75
	OC PEG	93XAab	90XAab	85XBa	89	89YAA	84YABa	80YBa	84
	OC KNO ₃	96XAa	91XBa	84XCa	90	86YAab	82YAA	76YBa	81
	HC	92XAb	87XBb	78XCb	86	85YAab	82YAA	62YBb	76
	Médias	92	87	79	86	86	81	71	79
-0,3MPa	SC	87XAa	71XBc	65XCc	74	74YAb	66YBc	62XBb	67
	OC PEG	89XAa	87XAa	82XBa	86	65YBc	81YAA	76YAA	74
	OC KNO ₃	86XBa	89XAa	82XCa	85	83XAa	71YBbc	72YBa	75
	HC	88XAa	78XAb	73XCb	79	69YAbc	73YAb	71XAa	71
	Médias	87	81	75	81	73	73	70	72
-0,6MPa	SC	65XAb	57XBc	56XBc	59	46YAbc	47YAbc	47YAc	47
	OC PEG	75XAa	74XAa	73XAa	74	50YBb	48YBbc	61YAA	53
	OC KNO ₃	63XBb	60XBc	67XAb	63	56YAA	53YAA	55YAb	55
	HC	74XAa	66XBb	66XBb	68	44YAc	45YAc	42YAc	44
	Médias	69	64	66	66	49	48	51	49
-0,9MPa	SC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	OC PEG	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	OC KNO ₃	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	HC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	Médias	0A	0A	0A	0X	0A	0A	0A	0X

C. V. (%) 3,74

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lote) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para época de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 Dados médios de porcentagem de plântula anormais deformadas provenientes, de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Plântulas anormais deformadas (%)								
	Após condicionamento				Após armazenamento				
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias	
0,0MPa	SC	12XCa*	19XBa	31XAa	21	17YBa	24YBa	34YAa	25
	OC PEG	8XBb	10XBb	14XAc	11	11YBa	16YABa	20YAb	16
	OC KNO ₃	4XCc	9XBc	16XAbc	10	14YBa	18YABa	24YAb	19
	HC	8XCb	13XBb	20XAb	14	15YBa	18YBa	38YAa	24
	Médias	8	13	20	14	14	19	29	21
-0,3MPa	SC	14XCab	27XBa	34XAa	25	26YBb	34YABa	38YAa	33
	OC PEG	12XBab	14XAcB	16XAc	14	36YAa	20YBb	24YBb	26
	OC KNO ₃	15XAa	11XBc	16XAc	14	17XBc	29YAa	28YAb	25
	HC	10XBb	23XAb	26XAb	20	32YAab	27YAab	29XAb	29
	Médias	12	19	23	18	28	27	30	28
-0,6 MPa	SC	35XAa	33XAa	28XBb	32	54YBa	40YBb	53YAa	49
	OC PEG	25XAb	27XAb	27XAbc	26	50YAb	42YBab	39YBb	44
	OC KNO ₃	33XAa	34XAa	24XBc	30	44YBc	48YAa	39YAb	44
	HC	24XBb	16XCc	34XAa	24	56YAa	49YAa	50YAa	52
	Médias	29	27	28	28	51	45	45	47
-0,9MPa	SC	45XAb	38XBb	21XCb	35	25YAb	25YAa	16YBb	22
	OC PEG	36XAc	37XAb	34XAa	36	27YAb	19YBab	14YCb	20
	OC KNO ₃	57XAa	37XBb	35XBa	43	42YAa	11YCb	29YBa	27
	HC	47XAb	44XAa	35XBa	42	18YAc	7YBc	5YBc	10
	Médias	46	39	32	39	28	16	16	20

C.V. (%) 8,69

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lote) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para época de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10– Dados médios de porcentagem de aquênios não germinados, de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Aquênios não germinados (%)								
	Após condicionamento				Após armazenamento				
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias	
0,0MPa	SC	2XAa*	3XAa	1XAab	2	0Y	0Y	0Y	0a
	OC PEG	0XBa	0XBb	1XAb	0	0X	0X	0Y	0a
	OC KNO ₃	0XAa	0XAb	0XAb	0	0X	0X	0X	0a
	HC	0XBa	0XBb	3XAa	1	0X	0X	0Y	0a
	Médias	0	1	1	1	0A	0A	0A	0
-0,3MPa	SC	0XBa	3XAa	2XAa	1	0X	0Y	0Y	0a
	OC PEG	0XBa	0XBb	2XAa	1	0X	0X	0Y	0a
	OC KNO ₃	0XBa	0XBb	3XAa	1	0X	0X	0Y	0a
	HC	3XAa	0XBb	2XAa	1	0Y	0X	0Y	0a
	Médias	1	1	2	1	0A	0A	0A	0
-0,6 MPa	SC	0XCb	11XBb	16XAa	9	0XBa	13YAa	0YBb	4
	OC PEG	0XAb	0XAd	0XAc	0	0XBa	13YAa	0XBb	4
	OC KNO ₃	5XBa	8XABc	10XAb	7	0YBa	0YBc	6YAa	2
	HC	3XBa	19XAa	1XBc	7	0YBa	6YAb	9YAa	5
	Médias	2	9	7	6	0	8	4	4
-0,9MPa	SC	55XCb	62XBa	79XAa	65	75YBb	75YBc	84YAb	78
	OC PEG	64XAa	63XAa	66XAb	64	73YBb	81YAb	86YAb	80
	OC KNO ₃	43XBc	63XAa	65XAb	57	58YCc	89YAa	71YBc	73
	HC	53XBb	56XBb	65XAb	58	82YBa	93YAa	95YAa	90
	Médias	54	61	69	61	72	85	84	80

C.V. (%) 8,23

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lote) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para época de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os três lotes de aquênios de girassol da variedade Catissol 01, foram submetidos à avaliação do vigor, considerando a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação sob diferentes potenciais hídricos, tanto após o condicionamento fisiológico como após o armazenamento (Figura 11 e Tabela 11).

Pela análise de variância conjunta (Quadro 4), foi constatado efeito significativo da interação entre épocas de avaliação da qualidade dos lotes, métodos de condicionamento fisiológico e potenciais hídricos, para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Assim, tanto após o condicionamento fisiológico quanto após o armazenamento, foi constatado efeito significativo de interação tripla para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação.

Quadro 4. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potências osmóticas, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios Primeira contagem
Após condicionamento		
Lote (L)	2	3691,270 **
Condicionamento fisiológico (CF)	3	447,409 **
Estresse Hídrico (EH)	3	45057,909 **
L x CF	6	172,993 **
L x EH	6	812,826 **
CF x EH	9	151,817 **
L x CF x EH	18	75,844 **
Erro	144	5,506
C.V. (%)		6,61
Após armazenamento		
L	2	1950,770 **
CF	3	314,020 **
EH	3	28331,909 **
L x CF	6	112,743 **
L x EH	6	788,743 **
CF x EH	9	44,372 **
L x CF x EH	18	112,567 **
Erro	144	5,909
C.V. (%)		9,04
Análise conjunta		
Época (E)	1	7107,041 **
L	2	5369,656 **
CF	3	754,916 **
EH	3	72284,027 **
E x L	2	272,385 **
E x CF	3	6,513 ^{ns}
E x EH	3	1105,791 **
L x CF	6	160,906 **
L x EH	6	1480,017 **
CF x EH	9	144,444 **
E x L x CF	6	124,940 **
E x L x EH	6	121,552 **
E x CF x EH	9	51,745 **
L x CF x EH	18	129,156 **
E x L x C x EH	18	59,255 **
Erro	288	5,708
C.V. (%)		7,66

** significativo a 1% e ns= não significativo

Na Figura 11, foi observado que a diminuição do potencial osmótico provocou a redução da velocidade de germinação, ou seja, do vigor avaliado pela primeira contagem de germinação, dos aquênios dos três lotes, submetidos aos métodos de condicionamento fisiológico, nas duas avaliações. Na avaliação imediatamente após o condicionamento fisiológico, a redução da velocidade de germinação foi acentuada a partir do potencial osmótico -0,6 MPa. Já após o armazenamento, a redução foi observada a partir do potencial osmótico de -0,3MPa.

Pela Tabela 11, foi verificado que imediatamente após o condicionamento fisiológico, os aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de KNO_3 e do lote 2 osmocondicionados com solução de PEG apresentaram maior porcentagem de plântulas normais, sob 0,0 MPa. Já sob os potenciais de -0,3 e -0,6 MPa, os aquênios do lote 1 (osmocondicionados com solução de PEG e com de KNO_3 e os não condicionados), assim como do lote 3 (hidrocondicionados) apresentaram maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do que os demais.

Após o armazenamento, ao observar os valores de porcentagem de plântulas normais, foi verificado sob 0,0 MPa, que os aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de KNO_3 apresentaram maior porcentagem de plântulas normais, embora estes valores não tenham diferido estatisticamente dos apresentados pelos aquênios osmocondicionados com solução de PEG (Tabela 11). Já sob -0,3 MPa, os maiores valores de porcentagem de plântulas normais foram provenientes dos aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de KNO_3 , do lote 2 osmocondicionados com solução de PEG e do lote 3 hidrocondicionados. Sob -0,6 MPa, os maiores valores de porcentagem de plântulas normais foram provenientes de aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de KNO_3 e do lote 3 osmocondicionados com solução de PEG.

Pela Tabela 11, não foram observadas plântulas normais provenientes de aquênios dos três lotes sob -0,9 MPa, independente do método de condicionamento e da época de avaliação.

Foi verificado comportamento semelhante ao da germinação (Tabela 8), ou seja, os maiores valores de plântulas normais provenientes dos aquênios do lote 1 osmocondicionados com KNO_3 sob 0,0 MPa e dos aquênios osmocondicionados com PEG sob -0,3 e -0,6 MPa, quando estes foram avaliados imediatamente após o condicionamento. Já, após o armazenamento, foi observado esse comportamento para os aquênios do lote 1 osmocondicionados com KNO_3 sob 0,0, -0,3 e -0,6 MPa, do lote 2 osmocondicionados com solução de PEG sob -0,3 MPa e os do lote 3 osmocondicionados com PEG sob -0,6 MPa.

Comparando os resultados obtidos após o condicionamento fisiológico com os após o armazenamento, foi verificada redução da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem dos aquênios dos três lotes sob 0,0, -0,3, e -0,6 MPa, com exceção dos aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de KNO_3 e do lote 3 osmocondicionados com solução de PEG e não condicionados, sob -0,6 MPa (Tabela 11).

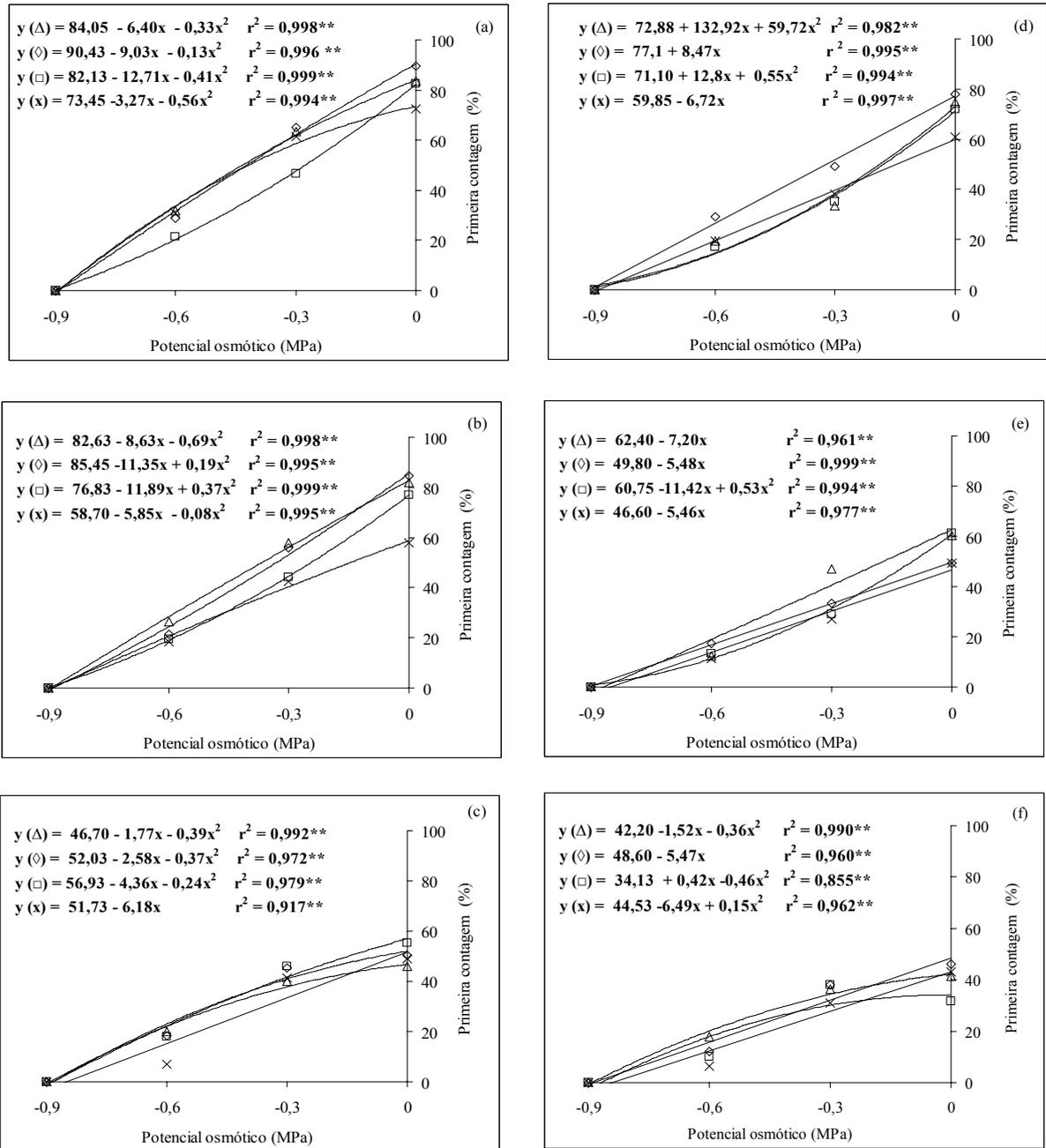


Figura 11–Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, provenientes de aquênios de três lotes 1, (a; d), 2 (b; e) e 3 (c; f), de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou (x) não aos métodos de (Δ) osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de (◊) KNO₃ e ao (◻) hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada imediatamente após o condicionamento fisiológico (a, b, c) e após o armazenamento (d, e, f). Seropédica - RJ, 2007.

Tabela 11– Dados médios de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, provenientes de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO₃ e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação do teste de germinação sob potenciais osmóticos de 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa, realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Tratamentos	Primeira contagem (%)								
	Após condicionamento				Após armazenamento				
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias	
0,0MPa	SC	73XAc*	58XBc	49XCbc	60	61YAc	50YBb	43YCa	51
	OC PEG	84XAb	82XAa	46XBc	71	75YAab	61YBa	42YCa	59
	OC KNO ₃	90XAa	85XBa	51XCb	75	78YAa	50YBb	46YBa	58
	HC	83XAb	77XBb	56XCa	72	72YAb	62YBa	32YCb	55
	Médias	82	75	50	69	71	55	41	56
-0,3MPa	SC	62XAa	43XBb	42XBb	49	38YAb	27YBc	31YBb	32
	OC PEG	64XAa	58XBa	40XCb	54	34YBb	47YAa	37YBa	39
	OC KNO ₃	65XAa	56XBab	46XCa	56	49YAa	34YBb	38YBa	40
	HC	47XAb	44XAb	46XAa	46	35YAb	29YBbc	38YAa	34
	Médias	59	50	43	51	39	34	36	36
-0,6MPa	SC	31XAa	19XBb	7XCb	19	20YAb	12YBb	7XCc	13
	OC PEG	32XAa	27XBa	20XCa	26	20YAb	13YBab	18XAa	17
	OC KNO ₃	29XAa	22XBb	19XBa	23	29XAa	18YBa	12YCb	20
	HC	22XAb	20XAb	18XAa	20	17YAb	14YABab	10YBbc	14
	Médias	28	22	16	22	21	14	12	16
-0,9MPa	SC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	OC PEG	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	OC KNO ₃	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	HC	0	0	0	0a	0	0	0	0a
	Médias	0A	0A	0A	0X	0A	0A	0A	0X

C.V. (%) 7,66

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lote) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para época de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.5.3 Outros testes de vigor

Os três lotes de aquênios de girassol da variedade Catissol 01 também foram submetidos à avaliação do vigor através dos testes de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica, de emergência de plântulas e de índice de velocidade de emergência (Tabela 12). Pelo resultado da análise de variância conjunta do Quadro 5, foi verificado que houve efeito de interação tripla entre épocas de avaliação da qualidade fisiológica dos lotes e métodos de condicionamento fisiológico somente para o teste de envelhecimento acelerado. Além disso, após o condicionamento, foi constatado efeito da interação entre qualidade fisiológica dos lotes e métodos de condicionamento fisiológico para o teste de envelhecimento acelerado. Já após o armazenamento, foi constatado o efeito da interação entre qualidade fisiológica dos lotes e métodos de condicionamento fisiológico para o teste envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica.

Além disso, não houve efeito de interação entre os fatores para o teste de emergência de plântulas e de índice de velocidade de emergência. Assim, houve somente efeito isolado de métodos de condicionamento fisiológico (Quadro 5).

Quadro 5. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica, de emergência das plântulas e de índice de velocidade de emergência de plântulas. Avaliação realizada imediatamente após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica - RJ, 2007.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Envelhecimento acelerado	Condutividade elétrica	Emergência de plântulas	Índice de velocidade de emergência
Após condicionamento					
Lote (L)	2	91,583 **	453,395 **	3,250 ^{ns}	1,583 ^{ns}
Condicionamento fisiológico (CF)	3	951,222 **	1006,500 **	8,750 ^{ns}	7,472 **
L x CF	6	48,472 **	114,875 ^{ns}	1,583 ^{ns}	1,555 ^{ns}
Erro	36	7,5555	394,5000	5,47222	0,861111
C.V. (%)		3,62	6,87	2,41	6,00
Após armazenamento					
L	2	6,583 ^{ns}	463,937 **	72,145**	3,062 ^{ns}
CF	3	646,888 **	275,805 **	155,076 **	16,083**
L x C	6	105,472 **	23,909 **	11,701 ^{ns}	1,145 ^{ns}
Erro	36	30,0000	4,4583	11,0763	1,2777
C.V. (%)		8,47	4,23	3,97	8,30
Análise conjunta					
Época (E)		3037,500 **	70,041 *	4280,010 **	80,666 **
L		60,666 *	915,791 **	51,260 **	4,197 *
CF		1493,500 **	589,236 **	114,038 **	21,527 **
E x L		37,500 ^{ns}	1,541 ^{ns}	24,135 ^{ns}	0,447 ^{ns}
E x CF		104,611 **	4,069 ^{ns}	49,788 *	2,027 ^{ns}
L x CF		111,833 **	39,277 **	5,204 ^{ns}	1,934 ^{ns}
E x L x CF		42,111 *	3,777 ^{ns}	8,079 ^{ns}	0,767 ^{ns}
Erro		18,777	7,708	8,274	1,069
C.V. (%)		6,16	5,66	3,18	7,11

*significativo a 5%, ** significativo a 1% e ns= não significativo

Pela Tabela 12, através da avaliação do vigor de aquênios de girassol pelo teste de condutividade elétrica, na avaliação após o condicionamento fisiológico, foi verificado que independente do método de condicionamento fisiológico aplicado, houve menor lixiviação de eletrólitos na solução de embebição das sementes (após a retirada do pericarpo) dos lotes 1 e 2. Já após o armazenamento, foi observada menor lixiviação de eletrólitos na solução de embebição das sementes do lote 2 após terem sido osmocondicionadas com solução de PEG. Chojnowski et al. (1997) observaram que sementes de girassol da cultivar Brissol, quando osmocondicionadas com PEG 6000 a - 0,8 MPa, sob 15°C por cinco dias e colocadas para embeber em água destilada a 25°C por três horas, apresentaram menor valores de eletrólitos na solução de embebição do que sementes não condicionadas. No entanto, estes mesmos autores sugeriram que esses menores valores podem estar associados a perda de eletrólitos durante o processo de osmocondicionamento. Del Giudice et al. (1998) também verificaram menor valor de lixiviados da solução de embebição de sementes de soja, independente da cultivar (Doko e UFV-5), osmocondicionadas com solução de PEG 6000 a -0,8 MPa sob 25°C por quatro dias.

Ao comparar os valores de condutividade elétrica logo após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento, foi observado maior valor de eletrólitos na solução de embebição após o armazenamento (Tabela 12). Chojnowski et al. (1997) também observaram maior perda de eletrólitos das sementes de girassol armazenadas, ao avaliar diferentes períodos de armazenamento até completar três meses, tanto para as sementes condicionadas quanto para as não condicionadas.

Ao avaliar o vigor dos aquênios de girassol pelo teste de envelhecimento acelerado imediatamente após o condicionamento fisiológico, foi verificado que os aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de PEG apresentaram maior porcentagem de plântulas normais (Tabela 12). Braccini et al. (1999), ao estudarem o condicionamento osmótico com solução de PEG 6000 a -0,8 MPa sob 20°C por quatro dias para sementes de soja, verificaram que esta técnica promoveu a manutenção da viabilidade das sementes mesmo após terem sido submetidas ao envelhecimento acelerado em diferentes períodos de exposição (24, 48 e 72 horas) sob 41°C a 100% UR do ar. Já, os aquênios lotes 2 e 3 hidrocondicionados apresentaram maior valor de plântulas normais após o envelhecimento acelerado, assim como os aquênios do lote 2 osmocondicionados com solução de KNO₃ também apresentaram maior valor de plântulas normais após o envelhecimento acelerado (Tabela 12).

Após o armazenamento, foi observado maior porcentagem de plântulas normais provenientes dos aquênios do lote 1 osmocondicionados com solução de PEG, embora esses valores não tenham diferido dos apresentados pelos aquênios hidrocondicionados.

Também na Tabela 12, ao comparar os resultados obtidos na avaliação após o condicionamento fisiológico com os após o armazenamento, foi verificado na avaliação após o envelhecimento acelerado que houve redução na porcentagem de plântulas normais provenientes, dos aquênios dos três lotes submetidos ao métodos de condicionamento fisiológico ou não, com exceção dos aquênios do lote 3 osmocondicionados com solução de KNO₃. A perda da viabilidade dos aquênios de girassol submetidos a condição de envelhecimento acelerado, pode estar relacionada ao processo de peroxidação de lipídios, pelo aumento dos conteúdos de melondialdehide-MDA (enzima de peroxidação) nos aquênios quando armazenados por longo período em condições ambiente (BALESEVIC-TUBIC et al., 2005).

Foi observado que, tanto após o condicionamento quanto após o armazenamento, os aquênios do lote 1 osmocondicionados com PEG sob 25 °C apresentaram comportamento

semelhante entre germinação (Tabela 4) e vigor quando avaliado pelo envelhecimento acelerado (Tabela 12).

Pelo do teste de emergência de plântulas avaliado após o condicionamento fisiológico, não foi verificada diferença significativa tanto entre lotes quanto entre métodos de condicionamento. Já, após o armazenamento, foi observado que independente do método de condicionamento, os aquênios do lote 2 apresentaram maior porcentagem de emergência de plântulas do que os demais, e que independente do lote, o condicionamento com solução PEG favoreceu a emergência de plântulas de girassol (Tabela 12).

Pela avaliação do índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), não foi possível detectar diferenças estatísticas entre os lotes, independente dos métodos, tanto avaliação após o condicionamento fisiológico como após o armazenamento. Além disso, após o condicionamento fisiológico, ao avaliar os métodos, independente dos lotes, os aquênios osmocondicionados com solução de PEG apresentaram maior velocidade de emergência de plântulas, embora este valor não tenha diferido dos aquênios osmocondicionados com solução de KNO_3 . No entanto, após o armazenamento, foi verificado que independente do lote, todos os métodos de condicionamento favoreceram a velocidade de emergência de plântulas. (Tabela 12).

Comparando a avaliação após condicionamento fisiológico com após o armazenamento, tanto para emergência de plântulas quanto para IVE, foram observados menores valores na avaliação após o armazenamento (Tabela 12). Estes menores valores podem estar relacionados com aumento do teor de água dos aquênios em média de 6,5% para em média de 7,6%, após dois meses de armazenamento em condições controladas de ambiente 21°C e 65% UR do ar (Tabela 3).

Tabela 12- Dados médios de plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado (%), de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), de emergência de plântulas e de índice de velocidade de emergência de plântulas provenientes de aquênios de três lotes (1, 2 e 3) de girassol da variedade Catissol 01, obtidos após terem sido submetidos ou não (SC) aos métodos de osmocondicionamento (OC) com solução de PEG e de KNO_3 , e ao hidrocondicionamento (HC). Avaliação realizada após o condicionamento fisiológico e após o armazenamento. Seropédica -RJ, 2007.

Tratamentos	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)							
	Após condicionamento				Após armazenamento			
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias
SC	53,08*	54,99	59,72	55,93a	53,12Ba	55,41Ba	61,50Aa	56,68
OC PEG	42,62	39,24	50,42	44,09b	46,81Bb	41,02Cc	52,29Ac	46,71
OC KNO_3	41,16	42,31	55,20	46,22b	44,86Bb	42,71Bbc	57,44Ab	48,34
HC	44,08	43,72	52,13	46,64b	44,74Bb	45,69Bb	53,22Ac	47,88
Médias	45,24B	45,07B	54,37A	48,23X	47,38	46,21	56,11	49,90X
C.V. (%)	5,66				4,23			
Envelhecimento acelerado (%)								
SC	63XAc	62XAc	63XAc	63	52YAc	56YAc	57YAc	55
OC PEG	86XAa	77XBb	74XBb	79	77YAa	68YABab	67YBab	71
OC KNO_3	82XABab	85XAa	78XBab	82	64YAb	73YAa	73XAa	70
HC	81XAb	83XAa	79XAa	81	69YAab	60YAbc	62YAbc	64
Médias	78	77	74	76	66	64	65	65
C.V. (%)	6,16				8,47			
Emergência de plântulas (%)								
SC	97	97	96	97 a	77	80	80	79 c
OC PEG	98	99	99	99 a	86	92	85	88 a
OC KNO_3	97	97	98	97 a	83	89	85	86 ab
HC	96	97	98	97 a	82	85	84	84 b
Médias	97 A	98 A	98 A	98X	82 B	87 A	84 B	84Y
C.V. (%)	3,18				3,97			
Índice de velocidade de emergência								
SC	14,75	14,17	14,32	14,41 c	12,41	11,85	11,21	11,83 b
OC PEG	16,54	16,58	15,78	16,30 a	15,04	14,62	13,55	14,40 a
OC KNO_3	16,67	15,54	14,79	15,67ab	14,34	14,53	13,80	14,22 a
HC	15,02	15,48	15,54	15,35bc	13,31	14,36	13,71	13,79 a
Médias	15,75 A	15,44 A	15,11 A	15,43 X	13,78 A	13,84 A	13,07 A	13,56Y
C.V. (%)	7,11				8,30			

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para lote) e minúscula na coluna (para métodos de condicionamento fisiológico), e maiúscula X na linha (para época de avaliação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade..

5. CONCLUSÕES

1. O efeito do condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de aquênios de girassol é influenciado pela época de avaliação, pela qualidade fisiológica inicial dos aquênios, pelo método de condicionamento e pelas condições de avaliação (diferentes temperaturas e potências hídrico do substrato).

2. O osmocondicionamento com solução de PEG, após o armazenamento, favorece a germinação e o vigor, considerando os testes de primeira contagem sob $-0,3$ MPa, do lote de aquênios envelhecidos por 24 horas.

3. O osmocondicionamento com solução de KNO_3 em ambas as avaliações, promove a germinação e o vigor, avaliado pelo teste de primeira contagem sob $15^\circ C$, do lote de aquênios não envelhecidos.

4. Após o hidrocondicionamento, há favorecimento somente do vigor, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, do lote de aquênios envelhecidos por 36 horas.

5. Durante o armazenamento, houve manutenção da germinação sob $15^\circ C$, após o osmocondicionamento com solução de PEG do lote de aquênios envelhecidos por 36 horas, sob $25^\circ C$ do lote não envelhecido, e da germinação sob $-0,3$ MPa, após o osmocondicionamento com solução de KNO_3 do lote de aquênios não envelhecido.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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.

BAILLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.104, n. 4 p. 646-652. 1998.

BAILLY, C.; BOGATEK-LESZCZYNSKA, R.; CÔME, D.; CORBINEAU, F. Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedlings from seeds of different vigour. **Seed Science Research**, Wallingford, v.12, n.1, p. 47-55, 2002.

BALESEVIC-TUBIC, S., MALENCIC, D.; TATIC, M.; MILADONOVIC, J. Influence of aging process on biochemical changes in sunflower seed. **Hélia**, Novi Sad, v. 28, n. 42, p. 107-114, 2005.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994, 445p.

BRACCINI, A. de L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. do C. L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, 1999.

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

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

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

BRAZ, M. R. S.; BARROS, C. S.; CASTRO, F. P.; ROSSETTO, C. A V. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, 2008. (no prelo)

BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A. S.; MINHOTO, M. J.; LIMA, D. U. de . Respiração. In: KERBAUY, G. B.(Ed.) **Fisiologia Vegetal**. RJ, Guanabara Koogam, 2004, cap.VII, p. 198 - 216.

CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. RJ, Guanabara Koogam RJ, 2004, cap.XVII, p. 386 - 408.

CASEIRO, R.F.; BENNETT, M.A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, v.32, n.2, p.365-375, 2004.

CASEIRO, R.F. & MARCOS FILHO, J. Métodos para a secagem de sementes de cebola submetidas ao condicionamento fisiológico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.887-892, 2005.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; KARMA, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, J.R.B.A. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA/CNPS, 1996. 38p. (Circular Técnica, 13).

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**, Londrina: Embrapa soja, 2005, cap IX, p. 163-218.

CHOJNOWSKI, M.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. **Seed Science Research**, Wallingford, v.7, n.4, p.323-31, 1997.

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

CORBINEAU, F.; GAY-MATHIEU, C.; VINEL, D.; CÔME, D. Decrease in sunflower (*Helianthus annuus*) seed viability caused by high temperature as related to energy metabolism, membrane damage and lipid composition. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.116, n.4, p. 489-496. 2002.

DEL GIUDICE, M.P.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T; MOSQUIM, P.R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n. 2, p. 16-24. 1998.

DONI FILHO, L. **Efeitos do condicionamento fisiológico no comportamento de sementes de feijão**. 1992,108f., Tese (Doutorado)-USP/Esalq. Piracicaba, 1992.

ESTADOS UNIDOS, **United States Department of Agriculture**, USDA, Washington, august 2005, 28p.(circular series:fop 08-05). www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2005/05-08/toc.htm - 13k - 2005-08-15 . acesso em 15-06-2007.

GAZZONI, L.D., Óleo de girassol como matéria-prima para biocombustíveis. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C (Eds). **Girassol no Brasil**, Londrina: Embrapa soja, 2005, cap. III, p. 145-162.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. **Journal Experimental of Botany**, Oxford, v27, n.98, p.480-489, 1976.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, I.J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.3, n. 1, p.881-888, 1975.

HUSSAIN, M.; FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; AHMAD, N. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hibrid sunflower. **International Journal of Agriculture & Biology**, New Jersey, v. 8, n.1, p.14-18, 2006.

IMOLESI, A. S.; VON PINHO, É. V. de R.; VON PINHO, R. G.; VIEIRA, M. das G. G. C.; CORRÊA R. S. B. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência. Agrotecnológica**, Lavras, v.25, n.5, p. 1119-1126, 2001.

JIANHUA, Z. & Mc DONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, n.1, p. 123-131, 1996.

KATHIRESAN, K & GNANARETHINAM, J. L.. Effect of different durations of drying on the germination of pre-soaked sunflower seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, n.2, p. 213-217, 1985.

KAYA, M. D.; OKÇU, G.; ATAK, M.; ÇIKILI, Y.; KOLSARICI, O. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **European Journal Agronomy**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 291-295, 2006.

LAZZAROTO, J.J.; ROESSING, A.C.; MELLO, H.C. O agronegocio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C (Eds). **Girassol no Brasil**, Londrina: Embrapa soja, 2005, cap. II, p. 15-42.

LENZI, A.; FAMBRINI, M.; BAROTTI, S.; PUGLIESI; VERNIERI, P.. Seed germination and seedling growth a wilty mutant of sunflower (*Helianthus annuus* L.): Effect of abscisic acid and osmotic potential. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 35, n. 4, p. 427-434, 1995.

MAITI, R.K.; VIDYSAGAR, P.; SHAHAPUR, S.C.; GHOSH, S.K.; SEILER, G.J. Development and standardization of a simple technique for breaking seed dormency in sunflower (*Helianthus annuus* L.), **Helia**, Novi Sad, v. 29, n.45, p. 117-126, 2006a.

MAITI, R.K.; VIDYSAGAR, P.; SHAHAPUR, S.C.; SEILER, G.J. Studies on genotypic variability and seed dormancy in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.), **Indian Journal Crop Science**, Hyderabad v.1, n.1-2, p. 84-87, 2006b.

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

MARCOS FILHO, J. Condicionamento Fisiológico de Sementes, In: MARCOS FILHO, J. (Ed.). **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005a, cap XI, p. 383-427.

MARCOS FILHO, J. Germinação, In: MARCOS FILHO, J. (Ed.). **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005b, cap VII, p. 197-252.

MICHAEL, B. & KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Lancaster, v.51, n.6, p.914-916, 1973.

MWALE. S. S.; HAMUSIMBI, C.; MWANSA, K. Germination, emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to osmotic seed priming. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 31, n. 1, p.199-206, 2003.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**, Londrina, ABRATES, 1999, cap.II, p.1-24.

OLIVEIRA, A.J.; GUIMARAES, R.M.; ROCHA, S.D.V.F. da. Processamento de sementes pós colheita. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 59-69, 2006.

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

ROSSETTO, C.A. V. **Estudos sobre absorção de água e o desempenho de sementes de soja**. 1995, 144f. Tese (Doutorado)-USP/Esalq. Piracicaba, 1995.

ROSSETTO, C.A.V.; NOVENBRE, A.D.L.C.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NAKAGAWA, J. Comportamento das sementes de soja durante a fase inicial do processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.1/2, p.106-115, 1997.

SANCHEZ, J.A.; ORTA, R.; MUNOZ, B.C. Tratamientos pregerminativos de hidratacion-deshidratacion de las semillas y sus efectos en plantas de interes agricola. **Agronomia Costarricense**, Costa Rica, v. 25, n.1, p.67-92, 2001.

SILVA, J. B.; RODRIGUES, T.J.D; VIEIRA, R.D. Desempenho de sementes de soja submetida a diferentes potencias osmóticos em polietilenoglicol. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 23, n 5, p. 1634-1637, 2006.

SING, B.G. & RAO, G.R. Effect of chemical soaking of sunflower (*Helianthus annuus*) seed on vigour index. **Indian Journal of Agricultural Science**. New Delli, v. 63, n. 4, p. 232-233, 1993.

TAYLOR, A. G.; ALLEN, P.S.; BENNETT, M. A.; BRADFORD, K. J. ; BURRIS, J. S.; MISRA, M.K. Seed enhancements, **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, n.3 , p. 245-256, 1998.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11-12, p. 1957-1968, 1991.