



DIEGO DE SOUSA PEREIRA

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E
CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE
GIRASSOL.**

LAVRAS - MG

2012

DIEGO DE SOUSA PEREIRA

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E CONSERVAÇÃO DE
SEMENTES DE GIRASSOL.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

LAVRAS – MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Pereira, Diego de Sousa.

Condicionamento fisiológico e conservação de sementes de girassol / Diego de Sousa Pereira. – Lavras : UFLA, 2012.

91 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Maria Laene Moreira de Carvalho.

Bibliografia.

1. *Helianthus annuus* L. 2. Hidrocondicionamento. 3. Qualidade fisiológica. 4. Armazenamento. 5. Ácido ascórbico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.85

DIEGO DE SOUSA PEREIRA

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E CONSERVAÇÃO DE
SEMENTES DE GIRASSOL.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 06 de dezembro de 2012.

Dr. João Almir Oliveira	UFLA
Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA
Dr. Antônio Rodrigues Vieira	EPAMIG

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho
Orientadora

LAVRAS – MG
2012

Aos meus pais, Raimundo e Cleonice;
Aos meus irmãos, Alexandre César e
Magnum.

DEDICO

“Os sonhos são sementes que plantamos no decorrer da vida. E enquanto caminhamos, fazemos nossas escolhas, trabalhamos, acreditamos...”

(Autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por todas as oportunidades concedidas;

Aos meus pais, Raimundo e Cleonice, por todo carinho e amor dedicado aos filhos;

Aos meus irmãos, Alexandre César e Magnum, por todo apoio e motivações em todos os momentos de nossas vidas;

Aos meus tios e tias; Barbosa, Carmen Lúcia, Lúcia Helena, César e Gleidy, que sempre participaram da minha formação, dedicando de forma incondicional carinho, amor e incentivo nos momentos de dificuldade;

Aos primos e primas Ingo Ararê, Yves Ararê, Júlio Cesar, Alynne Nunes, Priscilla Nunes, pelo companheirismo, amizade, por tantos momentos felizes, transformados ao longo de nossa formação na mais sincera fraternidade;

As minhas sobrinhas; Kétsia e Maria Clara, por todos os sorrisos, abraços e carinho, modificando, alegremente, a vida de todos os familiares, desde o momento em que nasceram;

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade de realização do mestrado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado;

À empresa de produção de sementes Heliagro do Brasil, pela disponibilidade em fornecer as sementes utilizadas nessa pesquisa. Em especial à Ana Virgínia, pela atenção;

À Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho, pela orientação, amizade e incentivo para realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães, Prof. Dr. João Almir Oliveira, e ao Pesquisador Antonio Rodrigues Vieira pelas contribuições para este trabalho;

Aos demais professores, pesquisadores e funcionários do Laboratório Central de Sementes (LCSEM/UFLA), Prof. Dra. Édila Vilella Resende Von Pinho, Dra. Sttela Delyzette Veiga Franco da Rosa, Wilder, Walbert, D. Elza, Dalva, Elenir, Ivani, Viviana e Viviane, pelos ensinamentos valiosos e amizade;

Aos amigos Gabriel Reis, Cláudio, Andréa, Rodrigo de Góes e Matheus Bornelli pela convivência e ajuda na condução deste trabalho. Sem você seria mais difícil.

Aos amigos do laboratório; Rodrigo de Góes, Nayara Roberto, Cibele Teixeira, Andréa Oliveira, Cláudio Neves, Matheus Bornelli, Valquíria, Juliana Lima, Narjara Cantelmo, Marcella Nunes, pelo apoio e amizade;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e conquista deste sonho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O condicionamento fisiológico das sementes é uma técnica que visa à recuperação do sistema de membranas celulares e propicia uma maior uniformidade e velocidade de germinação dos lotes. Para avaliar métodos de condicionamento e as alterações que ocorrem nas sementes de girassol com o condicionamento fisiológico e posterior armazenamento, foram utilizados lotes de sementes de Girassol do Híbrido Simples Hélio 253. O primeiro experimento consistiu na adequação da metodologia para o condicionamento fisiológico das sementes de girassol. As sementes foram submersas em solução aerada de polietileno glicol (PEG 6000) nas concentrações de -1,0 e -2,0 MPa, solução de KNO_3 nas concentrações de -0,5 e -1,0 MPa, Ácido ascórbico (75 mg L^{-1}) e ao condicionamento com água destilada durante quatro intervalos de tempo (24, 36, 48 e 72 Horas) a uma temperatura de $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Após o condicionamento a secagem das sementes foi realizada em estufa com circulação de ar, com temperatura constante de $30 \text{ }^\circ\text{C}$. As sementes foram avaliadas pelas determinações: teor de água, germinação, emergência e condutividade elétrica. No segundo experimento as sementes foram submersas em solução aerada de Ácido ascórbico (75 mg L^{-1}) e água destilada, por um período de 36 horas a uma temperatura de $15 \text{ }^\circ\text{C}$. A secagem das sementes foi realizada em estufa com circulação de ar com temperatura constante de $30 \text{ }^\circ\text{C}$ e as avaliações foram realizadas em quatro períodos de armazenamento (0, 10, 20 e 30 dias). As sementes foram avaliadas pelas determinações: testes de teor de água, primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação em substrato papel e areia, emergência, índice de velocidade de emergência, $T_{50\%}$ e condutividade elétrica. O condicionamento das sementes de girassol em água e em solução de ácido ascórbico por 36 horas, afeta positivamente a germinação e o vigor. O efeito benéfico do hidrocondicionamento na qualidade fisiológica das sementes de girassol é mantido por 10 dias após o condicionamento. O condicionamento com solução de ácido ascórbico favorece a qualidade das sementes de girassol por 20 dias após o condicionamento.

Palavras-chave: Hidrocondicionamento. Ácido ascórbico. Armazenamento. Qualidade fisiológica.

ABSTRACT

The seed priming is a technique that aims the recovery of cells membrane system and provides higher uniformity and germination speed of the seed lots. For the evaluation of priming methods and the changes that happen in sunflower seeds during the storage, were used lots of single-cross hybrid Helio 253. The first essay consisted in the adequacy of the priming methodology for sunflower seeds. The seeds were primed in aerated solution of polyethylene glycol (-1,0 and -2,0 MPa), potassium nitrate (-0,5 and -1,0 MPa), ascorbic acid (75 mg L^{-1}) and in distilled water, for four periods (24, 36, 48 and 72 hours) at $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$. After the priming, the seeds drying was done in oven with air circulation, at $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$. The seeds were evaluated by the following determinations: seed moisture content, germination, emergence and electric conductivity. In the second essay, the seeds were primed in aerated solution of ascorbic acid (75 mg L^{-1}) and in distilled water, for 36 hours at $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$. The seeds drying was done in oven with air circulation at $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and the evaluations were done after four times of storage (0, 10, 20 and 30 days) by the following determinations: seed moisture content, germination first count, germination percentage in paper and sand substrate, emergence, emergence speed index, $T_{50\%}$ and electric conductivity. The priming of sunflower seeds in water and in ascorbic acid solution for 36 hours at $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ affects positively the germination and the vigor. The benefic effects of the hydropriming on the seeds quality is kept for 10 days after the treatment. The priming in ascorbic acid solution aids the sunflower seeds quality for 20 days after the priming.

Key words: Hydropriming. Ascorbic acid. Storage. Physiologic quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Primeira contagem de germinação (%) de sementes de girassol submetidas a diferentes condicionamentos fisiológicos por quatro períodos de tempo (Horas). A – KNO₃ -0,5; B – KNO₃ -1,0; C – PEG -1,0; D – PEG -2,0; E – Hidrocondicionamento; F – Ácido ascórbico..... 37
- Figura 2 Porcentagem de germinação de sementes de girassol submetidas a diferentes condicionamentos fisiológicos por quatro períodos de tempo (Horas). A – KNO₃ -0,5; B – KNO₃ -1,0; C – PEG -1,0; D – PEG -2,0; E – Hidrocondicionamento; F – Ácido ascórbico. 44
- Figura 3 Condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas aos diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas). A – KNO₃ -0,5; B – KNO₃ -1,0; C – PEG -1,0; D – PEG -2,0; E – Hidrocondicionamento; F – Ácido ascórbico. 52
- Figura 4 Resultados da Primeira contagem de germinação em papel, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento..... 59
- Figura 5 Porcentagem de germinação em substrato papel de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento..... 61

Figura 6	Primeira contagem de germinação em areia, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.....	64
Figura 7	Porcentagem de germinação em areia, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.....	67
Figura 8	Porcentagem de emergência de sementes sem tratamento, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliada por quatro períodos de armazenamento.	72
Figura 9	Índice de velocidade de emergência, de sementes sem tratamento, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.	74
Figura 10	Valores de $T_{50\%}$, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.....	77
Figura 11	Condutividade elétrica de sementes de girassol avaliadas por quatro períodos de armazenamento.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Relação de metodologias para o condicionamento fisiológico de sementes de girassol.....	27
Tabela 2	Teor de água (%) das sementes de girassol, após diferentes formas e períodos de condicionamento fisiológico e secagem	34
Tabela 3	Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico	36
Tabela 4	Primeira contagem de germinação de sementes de girassol sem tratamento (Testemunha) e submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas).....	39
Tabela 5	Comparação dos valores de primeira contagem de germinação da testemunha adicional com as médias de cada tratamento de condicionamento fisiológico	41
Tabela 6	Germinação de sementes de girassol sem tratamento (Testemunha) e submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas).....	46
Tabela 7	Porcentagem de emergência de girassol de sementes sem tratamento (Testemunha) e submetidas aos diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas).....	48
Tabela 8	Índice de velocidade de emergência de girassol sem tratamento (Testemunha) e submetidas a diferentes métodos de	

	condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas).....	49
Tabela 9	Condutividade elétrica de sementes de girassol sem tratamento (Testemunha) e submetidas aos diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas).....	53
Tabela 10	Teor de água (%) de sementes de girassol condicionadas fisiologicamente, após secagem e durante o armazenamento	55
Tabela 11	Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos à primeira contagem de germinação e porcentagem de germinação, realizados em substrato papel e areia, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, $T_{50\%}$ e condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico e armazenamento	57
Tabela 12	Primeira contagem de germinação em substrato papel de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.....	60
Tabela 13	Porcentagem de germinação em papel, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento	62

Tabela 14	Primeira contagem de germinação em areia de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento	65
Tabela 15	Porcentagem de germinação em areia, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.....	68
Tabela 16	Porcentagem de emergência, de sementes sem tratamento, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.....	73
Tabela 17	Índice de velocidade de emergência, de sementes sem condicionamento, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento	75
Tabela 18	Tempos para obtenção de 50% de plântulas, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento	78
Tabela 19	Condutividade elétrica de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento	79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2.1	Aspectos históricos e culturais do girassol.....	19
3.1	Experimento I – Adequação de metodologia para o condicionamento fisiológico de sementes de girassol.....	28
3.1.1	Condicionamento fisiológico	28
3.1.2	Determinação do teor de água	29
3.1.3	Teste de Germinação	29
3.1.4	Teste de Emergência	29
3.1.5	Condutividade elétrica de massa	30
3.1.6	Procedimento estatístico.....	30
3.2	Experimento II – Condicionamento fisiológico e conservação de sementes de girassol	31
3.2.1	Condicionamento Fisiológico	31
3.2.2	Armazenamento	31
3.2.3	Determinação do teor de água	31
3.2.5	Teste de germinação em areia	32
3.2.6	Teste de emergência e $T_{50\%}$	32
3.2.7	Teste de condutividade elétrica de massa.....	32
3.2.8	Procedimento estatístico.....	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	Experimento I - Adequação de metodologia para o condicionamento fisiológico de sementes de girassol.....	33
4.2	Experimento II -- Condicionamento fisiológico e conservação de sementes de girassol	55
4.2.1	Considerações gerais	83
5	CONCLUSÕES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85

1 INTRODUÇÃO

A cultura do girassol encontra-se em pleno processo de expansão em diferentes regiões do Brasil, por apresentar características importantes como ciclo curto, polinização cruzada, maior resistência à seca, ao frio e ao calor que a maioria das espécies cultivadas, além de possuir ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e as diferentes altitudes e fotoperíodos. Apesar das condições favoráveis, no Brasil a produção de sementes ainda é incipiente, sendo suprida em sua maior parte pela importação de países vizinhos, como a Argentina, o que torna crescente a demanda por sementes de qualidade.

Um dos problemas para a produção e conservação das sementes esta relacionada à velocidade de deterioração das sementes de girassol, pois a instabilidade química dos lipídios constitui um dos fatores preponderantes para a queda do desempenho das sementes de várias espécies oleaginosas durante o armazenamento. A peroxidação lipídica e o estresse oxidativo, principal causa da deterioração das sementes de girassol, pode promover reduções de vigor e viabilidade, com a desestruturação do sistema de membranas celulares.

Uma das maneiras de uniformizar a germinação das sementes se dá pela recuperação gradual do sistema de membrana por meio da utilização do condicionamento fisiológico, que tem por objetivo reduzir o tempo de emergência das plântulas, bem como sincronizar e melhorar a porcentagem de germinação. Tal procedimento baseia-se no controle da hidratação das sementes a um nível que permita que ela inicie a atividade metabólica pré-germinativa, antes da protrusão da radícula.

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.

Assim, devido à falta de padronização metodológicas para o condicionamento de sementes de girassol e a inexistência de informações sobre o armazenamento de sementes condicionadas, a proposta nesta pesquisa foi verificar adequação da metodologia de condicionamento para sementes de girassol da cultivar Hélio 253 e verificar o efeito do armazenamento nas sementes condicionadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos históricos e culturais do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) pertence à família Asteraceae. É originária do continente Americano, tendo a região do México como provável centro de origem. Atualmente está difundida por outros continentes apresentando diversos híbridos e cultivares que variam em cor, tamanho e conformação. A espécie, até o século XVII, utilizada como planta ornamental e medicinal, ganha importância econômica após a II Guerra Mundial (SILVA, 1990).

Atualmente o girassol destaca-se como a quinta oleaginosa mais produtora de grãos e uma das três mais importantes culturas anuais produtoras de óleo, em conjunto com a soja e a canola. Os principais produtores são Rússia, Ucrânia, Argentina, Índia e China, estimando-se uma área de produção superior a 20 milhões de hectares (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2011).

No Brasil o girassol foi introduzido durante o período colonial, principalmente na região Sul onde as sementes eram consumidas torradas. Os primeiros plantios comerciais surgiram no estado do Rio Grande do Sul no final da década de 1940. É cultivado na maioria dos estados e está ganhando importância econômica no sistema de rotação, consorciação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos (DALL'AGNOL et al., 2005).

Sua importância se dá por apresentar características como ciclo curto, polinização cruzada, maior resistência à seca, ao frio e ao calor que a maioria das espécies cultivadas no Brasil, além de possuir ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e sofrer pouca influência da altitude e fotoperíodo (SILVA, 1990). É empregado ainda na alimentação animal, com

utilização da torta resultante da extração do óleo como componente da silagem e os grãos na alimentação de pássaros (FAGUNDES, 2009).

Apesar das condições favoráveis, para instalação mais efetiva da cultura no Brasil a produção de sementes ainda é incipiente, sendo suprido, em sua maior parte, pela importação de países vizinhos, como a Argentina, o que torna crescente a demanda por sementes de qualidade no país.

Existem diversos aspectos na produção de sementes de girassol que podem afetar a sua qualidade como a maturação desuniforme dentro da inflorescência (LINDSTRÖM et al., 2006; RONDANINI et al., 2007), a alta umidade das sementes no processo de colheita, a dormência das sementes a depender da cultivar (MAEDA et al., 1987), entre outros. Além disso, as sementes após a colheita, em geral, não se encontram em condições adequadas para o armazenamento, comercialização e semeadura, por apresentarem elevado teor de água e grandes quantidades de materiais indesejáveis que precisam ser removidos.

Devido ao grande incentivo à produção de biodiesel, as sementes de girassol têm despertado grande interesse, o que exigirá novas áreas de plantio para atender a demanda do mercado de combustíveis. No entanto, pelo fato de o girassol ter de 48 a 52% de óleo, isto tem sido um dos principais fatores que afetam a conservação das sementes no armazenamento, pois a velocidade de deterioração das sementes é diretamente proporcional ao percentual de óleo das mesmas (FAGUNDES, 2009; LEITE et al., 2007; SOARES et al., 2001).

2.2 Deterioração de sementes no armazenamento

A qualidade da semente pode ser conceituada como o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de originar plantas com maior produtividade. A alta qualidade da semente reflete diretamente no resultado final da cultura, em termos de ausência de moléstias transmitidas pela semente, do alto vigor das plantas, maior produtividade e uniformidade da população e estande ideal (BRACCINI et al., 1999; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O armazenamento constitui etapa obrigatória de um programa de produção de sementes. No Brasil, é uma operação particularmente importante devido às condições climáticas tropicais e subtropicais com altas temperaturas e umidades relativas, que são desfavoráveis à manutenção da qualidade das sementes. A umidade e a temperatura são os principais fatores que afetam a qualidade das sementes no armazenamento e a sua condução de forma regular e eficiente refletirá na viabilidade do lote, evitando os descartes por reduções de germinação abaixo dos padrões para cada espécie (MACEDO et al., 1998).

A longevidade das sementes também pode ser afetada pelo genótipo e pela composição química, pois sementes amiláceas são menos propensas a deterioração do que as oleaginosas devido à menor estabilidade química dos lipídios em relação ao amido (BRACCINI et al., 2001; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A instabilidade química dos lipídios constitui um dos principais fatores para o baixo desempenho das sementes de várias espécies oleaginosas, devido à peroxidação lipídica e o estresse oxidativo. Em sementes de girassol, reduções de vigor e de viabilidade durante o envelhecimento estão associadas com a diminuição do potencial de enzimas antioxidantes e, desse modo, elevação da

peroxidação lipídica (FREITAS et al., 2004; OLIVEIRA, 2004; TORRES et al., 1997).

As principais alterações em lipídios durante a deterioração são atribuídas às hidrólises enzimáticas, à peroxidação e à autooxidação. As sementes oleaginosas devem ser armazenadas com grau de umidade inferior ao recomendado para as amiláceas. Nestas, uma elevação da temperatura, como consequência do processo respiratório, é suficiente para a decomposição dos lipídios e elevação da taxa de deterioração (BRACCINI et al., 2001).

Dentre as teorias propostas para elucidar o processo de deterioração em sementes oleaginosas, a degeneração das membranas e a inativação enzimática têm sido as mais estudadas. Esta perda de integridade está associada à ação dos radicais livres, causando alterações bioquímicas, desequilibrando a regulação osmótica de solutos pelas membranas celulares no nível celular e organelas (WILSON; MCDONALD, 1986).

Desestruturado o sistema de membranas, os lipídios estruturais presentes reagem com o oxigênio molecular, resultando na formação de radicais livres e peróxidos de ácidos graxos com relativa instabilidade (FREITAS et al., 2006).

Uma das maneiras de recuperar o sistema de membranas desestruturado e danificado pela ação de radicais livres no processo de deterioração é a embebição lenta das sementes, técnica conhecida como condicionamento fisiológico.

A deterioração não pode ser evitada, mas pode ser minimizada. Esse é o principal objetivo do armazenamento: preservar as características fisiológicas e genéticas das sementes até a semeadura (CARNEIRO, 1985; NODARI et al., 1998).

2.3 Condicionamento fisiológico

Objetiva-se com o condicionamento fisiológico reduzir o tempo de emergência das plântulas, bem como sincronizar e melhorar a porcentagem de germinação. Tal procedimento baseia-se no controle da hidratação das sementes a um nível que permita que ela inicie a atividade metabólica pré-germinativa, antes da protrusão da radícula.

Segundo Khan (1992), vários procedimentos de hidratação das sementes tem sido desenvolvidos para aumentar a taxa e a uniformidade de emergência das plântulas. Um desses procedimentos tem sido a embebição das sementes com quantidades limitadas ou não de água, sob temperaturas baixas ou moderadas (pré-hidratação e *hardening*).

Outro procedimento refere-se à pré-germinação das sementes, em condições ótimas de umidade e temperatura, e semeadura com a utilização de géis, os quais atuam como substâncias protetoras do eixo embrionário (*fluid drilling*).

Uma terceira técnica tem sido a hidratação das sementes em umidades relativas do ar elevadas (umidificação).

A quarta e mais popular técnica é a hidratação das sementes em soluções de baixo potencial hídrico de solutos orgânicos e inorgânicos por determinados períodos de tempo (condicionamento osmótico) ou por meio da embebição das sementes em meio sólido (condicionamento mátrico) (HEYDECKER et al., 1973, 1975; KHAN, 1992).

O uso de Polietileno Glicol (PEG) é considerado vantajoso uma vez que as sementes são colocadas em solução aquosa de um composto quimicamente inerte, mas osmoticamente ativo, principal característica desse produto. Assim, as sementes iniciam a embebição normalmente, paralisando o processo assim

que entram em equilíbrio com o potencial osmótico da solução (BAILLY et al., 2000; BAJEHBAJ, 2010; HUSSAIN et al., 2006).

O potencial osmótico é ajustado de maneira a permitir a ocorrência de todos os processos preparatórios da germinação, mas impedir o alongamento celular e, conseqüentemente, a protrusão da radícula, mesmo após semanas de contato entre as sementes e a solução osmótica (HEYDECKER et al., 1975; KHAN et al., 1978).

Desta forma, ao final do condicionamento todas as sementes estariam na mesma fase da curva de embebição, sem atingir a fase de emergência da radícula (fase III). A secagem posterior agiria para interromper os processos metabólicos que culminariam com a emissão da raiz primária, mas ao ser recolocado em condições favoráveis à germinação, esta se daria de forma mais rápida e uniforme (BEWLEY; BLACK, 1994).

Em estudos realizados com diferentes técnicas de pré-semeadura usadas em sementes de girassol, Maiti et al. (2006) verificaram 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.

Também ao avaliar o desempenho germinativo de sementes de girassol, sob potenciais hídricos (-0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa), após a imersão em solução de PEG 6000 e 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.

Bailly et al. (1998) avaliaram em sementes de girassol após cinco dias de envelhecimento acelerado o efeito do condicionamento fisiológico com solução

de polietileno glicol 6000 (-2,0 MPa), observaram uma restauração da habilidade de germinação pelo favorecimento do sistema antioxidante por meio da atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e Glutathione redutase (GR), que durante o envelhecimento foram prejudicadas. Bailly et al. (2000) observaram resultado semelhante para sementes de girassol condicionadas e com diferentes períodos de secagem.

Outra metodologia para o condicionamento em girassol foi proposta por El-Saidy et al. (2011), onde os autores recomendam aplicação de ácido ascórbico, observando-se como resultados uma melhoria na porcentagem de germinação, redução no tempo médio de emergências das plântulas. Segundo McCue et al. (2000), devido ao seu inerente potencial antioxidante o ácido ascórbico pode ser utilizado com agente condicionante, aumentando o vigor das sementes.

Como agente condicionante, o ácido ascórbico, apresenta vantagens por ser solúvel em água, estando envolvido em diferentes processos celulares, incluindo a divisão celular e reestruturação de membranas (DEGARA et al., 2003). Isso foi observado por Arrigoni et al. (1997), em sementes de *Lupinus albus* L., onde a aplicação exógena de ácido ascórbico proporcionou uma elevação na atividade mitótica de diferentes sistemas celulares.

Com relação à secagem das sementes após o condicionamento fisiológico 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.

Conforme Caseiro et al. (2004), vários fatores podem interferir na resposta à aplicação dessa técnica, podendo ocorrer variações devido ao método empregado, temperatura durante o tratamento, teor de água que as sementes

atingem, às substâncias utilizadas no procedimento, bem como a qualidade inicial do lote.

Assim, após a aplicação do condicionamento fisiológico, as sementes devem ser armazenadas por período suficiente para que possam ser utilizadas sem que ocorra a perda dos benefícios adquiridos no condicionamento.

Pelos vários trabalhos referentes ao condicionamento encontrados na literatura, observa-se que não existe ainda uma metodologia padronizada para o condicionamento de sementes de girassol, conforme resumido na tabela 1.

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.

A qualidade de sementes condicionadas é rapidamente perdida no armazenamento. Assim, alguns questionamentos podem ser levantados, como, por exemplo, se as condições ideais para o armazenamento de sementes condicionadas são as mesmas utilizadas para aquelas não condicionadas, quais seriam os períodos adequados de armazenamento de sementes submetidas a esse tratamento e quais seriam as variações existentes entre diferentes espécies e lotes de sementes (CHIU et al., 2002; NASCIMENTO, 2002).

Contudo, os mecanismos envolvidos que levam ao aumento da deterioração das sementes após o condicionamento osmótico ainda não são totalmente conhecidos. Rodrigues et al. (2011) enfatizam a necessidade de estudos que busquem ao mesmo tempo alcançar um efeito positivo do condicionamento e minimizar os efeitos deletérios durante o armazenamento.

Nos estudos envolvendo o armazenamento das sementes condicionadas pode-se observar que a metodologia empregada, a secagem, e, também, o genótipo utilizado, podem interferir no potencial de armazenamento das sementes.

Tabela 1 Relação de metodologias para o condicionamento fisiológico de sementes de girassol

Autor	Produto	Dose	Efeito
Bailly et al. (1998)	PEG 6000	- 2,0 MPa	Restaura a habilidade inicial de germinação, favorecendo SOD, CAT e GR.
Bailly et al. (2000)	PEG 8000	-2,0 MPa	Restaura a habilidade inicial de germinação, favorecendo SOD, CAT e GR.
Hussain et al. (2006)	Hidropriming Matrimpriming Osmopriming	24 h + secagem 24 e 48 h KNO ₃ 0,5% 12h NaCl 0,1% 12h	Hidropriming e NaCl proporciona menor tempo de emergência, maior altura de planta e rendimento de aquênio.
Maiti et al. (2006)	Hidropriming	15 e 20 h	Melhora a germinação e vigor.
Kaya et al. (2006)	Hidropriming KNO ₃ + NaCl	-0,3 a -1,2 MPa	Hidropriming aumenta a germinação e crescimento em estresse salino.
Wahid et al. (2008)	GA ₃ Ácido salicílico Thioureia		Melhora a germinação.
Kausar et al. (2009)	KH ₂ PO ₄	-1,2 MPa	Aumenta a porcentagem e a velocidade de germinação.
Bajehbaj (2010)	KNO ₃	-1,0 MPa	Melhora a tolerância a salinidade NaCl (5-25 dSM ⁻¹).
El-Saidy et al. (2011)	Ácido ascórbico	75 mg L ⁻¹	Melhora a germinação, emergência.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Dois ensaios foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras, entre abril e agosto de 2012. Foram utilizados lotes de sementes de Girassol do Híbrido Simples Hélio 253, com teor de óleo de 46%, produzidos pela empresa Heliagro Agricultura e Pecuária Ltda.

3.1 Experimento I – Adequação de metodologia para o condicionamento fisiológico de sementes de girassol

Utilizou-se um lote comercial de sementes, produzido no ano agrícola de 2011. As sementes foram homogeneizadas e divididas em divisor centrífugo e submetidas aos seguintes tratamentos:

3.1.1 Condicionamento fisiológico

As sementes foram submersas em solução aerada de polietileno glicol (PEG 6000) com concentrações de -1,0 e -2,0 MPa, solução de KNO_3 com concentrações de -0,5 e -1,0 MPa, Ácido ascórbico (75 mg L^{-1}) e ao Hidrocondicionamento com água destilada durante quatro intervalos de tempo (24, 36, 48 e 72 Horas) a uma temperatura de $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Após o condicionamento as sementes foram lavadas em água corrente por um período de 10 minutos para retirado do excesso das soluções. A secagem das sementes após o condicionamento foi realizada em estufa com circulação de ar com temperatura constante de $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Após a aplicação dos tratamentos e secagem a qualidade das sementes foi avaliada por meio das seguintes determinações:

3.1.2 Determinação do teor de água

Realizado pelo método da estufa, a 105 °C por 24 horas, com duas repetições por tratamento, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem com base no peso úmido.

3.1.3 Teste de Germinação

Foram utilizadas três repetições de 50 sementes, semeadas em papel germitest, na forma de rolo, umedecido com 2,5 vezes o peso do substrato em água destilada, mantidos em germinador a 25 °C, realizando-se a **primeira contagem** no quarto dia e a contagem final no décimo dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

3.1.4 Teste de Emergência

A semeadura foi realizada em substrato terra e areia na proporção volumétrica de 1:2, em bandejas plásticas. Foram utilizadas três repetições de 50 sementes por tratamento e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais ao décimo dia após a semeadura.

Concomitante ao teste de emergência foi realizado o **índice de velocidade de emergência**, computando-se diariamente o número de plântulas emergidas, calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962).

3.1.5 Condutividade elétrica de massa

Foram utilizadas três repetições de 50 sementes, pesadas e colocadas para embeber em copo plástico descartável com 75 ml de água destilada e deionizada, durante um período de 24 horas, à temperatura de 25 °C, conforme Vieira e Carvalho (1994).

Após o período de embebição, as amostras foram agitadas levemente, procedendo-se então a leitura da condutividade elétrica por meio do condutivímetro MS TECNOPON[®], modelo mCA 150, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes.

3.1.6 Procedimento estatístico

As sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico adotando-se um delineamento inteiramente casualizado com três repetições de 50 sementes, distribuídas em esquema fatorial ($6 \times 4 + 1$), sendo seis formas de condicionamento (PEG -1,0 MPa, PEG -2,0 MPa, KNO_3 -0,5 MPa, KNO_3 -1,0 MPa, Ácido ascórbico e Hidrocondicionamento), quatro tempos de condicionamento (24, 36, 48 e 72 horas) e uma testemunha adicional (sementes sem tratamento).

As médias foram submetidas à análise de variância e os resultados analisados por meio de análise de regressão, para dados quantitativos e comparação de média, para dados qualitativos, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para a comparação do grupo fatorial com a testemunha adicional aplicou-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional ASSISTAT 7.6[®]. As comparações dos tratamentos adicionais com as médias de cada tratamento foram realizadas pelo teste de Scheffé com 5% de probabilidade.

3.2 Experimento II – Condicionamento fisiológico e conservação de sementes de girassol

Foram utilizados seis lotes de sementes do Híbrido Hélio 253, produzidos no ano agrícola de 2011. As sementes foram homogeneizadas e divididas em divisor centrífugo e submetidas aos seguintes tratamentos:

3.2.1 Condicionamento Fisiológico

Com base nos melhores resultados obtidos no experimento I, referente aos métodos mais eficientes de condicionamento, as sementes foram submersas em solução aerada de Ácido ascórbico (75 mg L^{-1}) e ao Hidrocondicionamento com água destilada, por um período de 36 horas a uma temperatura de $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, a secagem das sementes foi realizada em estufa com circulação de ar com temperatura constante de $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.2.2 Armazenamento

Após o condicionamento as sementes foram embaladas em sacos de papel e mantidas em ambiente controlado ($25 \text{ }^{\circ}\text{C}$). A cada dez dias, num total de 30 dias de armazenamento, a qualidade das sementes foi avaliada pelas determinações descritas a seguir.

3.2.3 Determinação do teor de água

Realizado conforme metodologia descrita no experimento I.

3.2.4 Teste de germinação em papel

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes e analisadas conforme metodologia descrita no Experimento I.

3.2.5 Teste de germinação em areia

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas em areia, lavada e esterilizada, em bandejas plásticas, conforme prescrito nas Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), umedecidas com água destiladas na proporção de 60% da capacidade de retenção do substrato.

As bandejas foram mantidas em sala de germinação, com temperatura constante de 25 °C, realizando-se a **primeira contagem** no quarto dia e a contagem final no décimo dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

3.2.6 Teste de emergência e $T_{50\%}$

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para avaliação da porcentagem e índice de velocidade de emergência conforme metodologia descrita no Experimento I.

Concomitante ao teste de emergência computou-se o tempo necessário para que ocorresse 50% de plântulas emergidas ($T_{50\%}$) conforme Orchard (1977).

3.2.7 Teste de condutividade elétrica de massa

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes e analisadas conforme metodologia descrita no Experimento I.

3.2.8 Procedimento estatístico

As sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico e ao armazenamento adotando-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em esquema fatorial (6x3x4), sendo seis lotes de sementes, três formas de condicionamento (Sem, Hidrocondicionamento e Ácido ascórbico) e quatro épocas de avaliação (0, 10, 20 e 30 dias).

Após a tabulação dos dados, as médias foram submetidas à análise de variância e os resultados analisados por meio de análise de regressão, para dados quantitativos, e comparação de média, para dados qualitativos, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I - Adequação de metodologia para o condicionamento fisiológico de sementes de girassol

Os valores médios obtidos para o teor de água das sementes após aplicação do condicionamento fisiológico e após secagem estão apresentados na Tabela 2.

Verifica-se, de modo geral que houve algumas oscilações na umidade das sementes devido à restrição hídrica causada pelos agentes condicionantes, sendo a menor absorção proporcionada pela restrição com uso do Polietileno Glicol (PEG).

Tabela 2 Teor de água (%) das sementes de girassol, após diferentes formas e períodos de condicionamento fisiológico e secagem

Tratamento	Tempo (h)	Teor de água	
		Condicionamento	Secagem
PEG -1,0	24	24,66	6,09
	36	26,98	7,22
	48	27,06	7,59
	72	24,22	7,23
PEG -2,0	24	21,45	7,38
	36	23,20	7,15
	48	22,17	7,21
	72	19,90	7,92
KNO ₃ -0,5	24	40,01	8,43
	36	48,52	8,78
	48	49,05	8,93
	72	51,98	8,28
KNO ₃ -1,0	24	39,41	7,99
	36	47,32	8,11
	48	48,46	8,65
	72	51,31	8,34
Hidrocondicionamento	24	43,70	8,87
	36	49,40	8,23
	48	51,07	8,26
	72	51,27	8,40
Ácido ascórbico	24	43,00	8,64
	36	48,76	8,80
	48	51,40	8,30
	72	49,98	8,08
Testemunha	-	-	7,24

Houve pequena oscilação no teor de água, entre os tempos de condicionamento, com o uso das soluções de PEG, e para os demais tratamentos esta pequena oscilação ocorre a partir de 36 horas de embebição.

As maiores oscilações nos teores de água das sementes são obtidas para os tratamentos com menor potencial de restrição hídrica proporcionada pelo uso da solução de Nitrato de potássio (KNO_3) nas concentrações de -0,5 e -1,0 MPa, pelo condicionamento com água e solução de ácido ascórbico.

A secagem reduz o teor de água das sementes para valores próximos aos da testemunha (7,24%), exceto para os tratamentos com menor potencial de restrição hídrica, resultando em valores acima de 8% de teor de água.

Conforme os resultados não há diferenças que possa interferir nos resultados dos testes realizados, pois a uniformidade do teor de água das sementes é essencial para a padronização das avaliações, favorecendo a obtenção de resultados consistentes (KRYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

Pela análise de variância apresentada na Tabela 3, o efeito do método de condicionamento fisiológico das sementes de girassol depende do tempo de embebição para as variáveis: primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e condutividade elétrica.

Para a porcentagem e o índice de velocidade de emergência o tempo de embebição não afeta a metodologia de condicionamento das sementes. Somente ocorrem diferenças significativas entre os métodos de condicionamentos aplicados. Não foram observadas diferenças entre as médias dos tratamentos (Fatorial) com relação à testemunha adicional, exceto para a variável Condutividade elétrica.

Tabela 3 Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		1° Cont.	Germ.	Emerg.	IVE	Cond.
Condicionamento (C)	5	485,25**	175,92**	629,52**	10,05**	64605,39**
Tempo (T)	3	173,24**	28,50 ^{ns}	8,64 ^{ns}	0,35 ^{ns}	5257,23 ^{ns}
C x T	15	100,84*	66,85*	57,71 ^{ns}	0,65 ^{ns}	2117,43**
Fat. x Tes.	1	9,97 ^{ns}	6,24 ^{ns}	7,15 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1499,93**
Erro	50	29,44	30,18	48,69	0,77	40,04
Total	74	-	-	-	-	-
CV (%)	-	7,00	6,39	8,86	10,5	9,79

^{ns} Não significativo, ** Valor de F significativo a 5 e 1% de probabilidade.

Pela análise dos dados obtidos, referentes a primeira contagem de germinação (Figura 1), houve efeito do condicionamento ao longo do tempo, quando as sementes foram condicionadas em solução de KNO₃ -1,0 MPa (B), PEG -1,0 (C) e -2,0 MPa (D) e Hidrocondicionamento (E), dependendo do tratamento de condicionamento usado o tempo de embebição pode afetar positiva ou negativamente a velocidade de germinação.

Não se observou efeitos para os condicionamentos com KNO₃ -0,5 MPa (A) e solução de Ácido ascórbico (F), onde as médias mantiveram-se constantes, 82% e 85%, independente do período de exposição (Figura 1A).

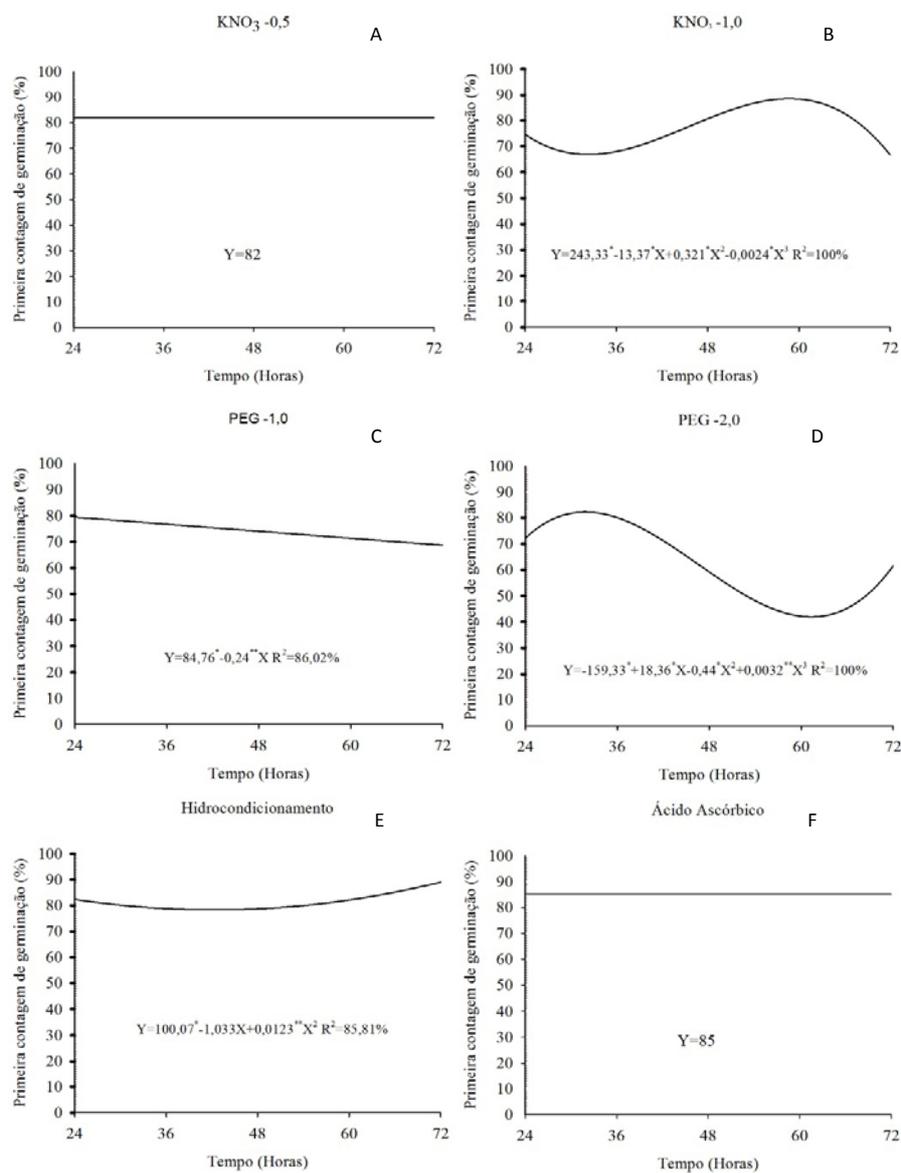


Figura 1 Primeira contagem de germinação (%) de sementes de girassol submetidas a diferentes condicionamentos fisiológicos por quatro períodos de tempo (Horas). A – KNO₃ -0,5; B – KNO₃ -1,0; C – PEG -1,0; D – PEG -2,0; E – Hidrocondicionamento; F – Ácido ascórbico.

Quando a solução de KNO_3 foi ajustada para a concentração de -1,0 MPa (Figura 1B) ocorre um declínio na velocidade de germinação quando as sementes são condicionadas por um período de 36 horas. Efeito estimulante foi observado até 60 horas de condicionamento, passando a ser decrescente até atingir 72 horas quando o valor de germinação observado (67%) foi menor.

Efeito diferenciado ocorre para o condicionamento com solução de PEG ajustada para -1,0 MPa (Figura 1C), onde ocorreu um decréscimo linear na velocidade, variando os valores de primeira contagem de germinação de 79 a 69%, com 24 e 72 horas de condicionamento.

Quanto à restrição hídrica proporcionada pelo uso da solução de PEG ajustada para -2,0 MPa (Figura 1D), um acréscimo nos valores de primeira contagem ocorre até 36 horas de condicionamento (81%), valor superior ao período de 24 horas (73%). Efeito deletério é observado a partir de 36 horas, o vigor das sementes é afetado negativamente quando condicionadas por 48 e 72 horas, resultando em 61 e 63% de germinação.

Efeito positivo na velocidade de germinação ocorre quando as sementes foram submetidas ao condicionamento com água (Figura 1E) entre 24 e 48 horas, com valores de germinação entre 82 e 77%, acréscimos ocorrem até 72 horas, com germinação resultando em 89%.

De modo geral os tratamentos influenciaram o vigor das sementes, avaliado pela primeira contagem de germinação ao longo dos períodos de condicionamento, exceto para os tratamentos com solução de KNO_3 ajustado para -0,5 MPa (Figura 1 A) e solução de Ácido ascórbico na concentração de $75 \text{ mg}^{-1}\text{L}$ (Figura 1 F), os mesmos não variaram em sua velocidade de germinação independente do tempo de exposição das sementes às soluções.

Ainda com relação aos efeitos dos tratamentos para primeira contagem, ocorrem diferenças, entres estes, para cada tempo de condicionamento, exceto para 24 horas de condicionamento que não há diferença. Para os outros períodos há uma superioridade dos tratamentos com KNO_3 -0,5 MPa e Ácido ascórbico, onde a primeira contagem de germinação média de 87 e 90%, é observada com 36 horas de condicionamento (Tabela 4).

No mesmo período de tempo (36 h) não se ocorre diferenças entres os tratamentos com as soluções de PEG -1,0 (79%), PEG -2,0 MPa (81%) e o Hidrocondicionamento (82%), sendo o tratamento com KNO_3 -1,0 MPa deletério sobre o vigor das sementes, mesurado pela primeira contagem de germinação (68%).

Tabela 4 Primeira contagem de germinação de sementes de girassol sem tratamento (Testemunha) e submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas)

Tratamentos	Primeira contagem de germinação (%)			
	Tempo (Horas)			
	24	36	48	72
KNO_3 -0,5	83 A	87 A	78 A	81 B
KNO_3 -1,0	74 A	68 C	81 A	67 C
PEG -1,0	79 A	79 B	71 A	69 C
PEG -2,0	73 A	81 B	60 B	63 C
Hidrocondicionamento	82 A	82 B	77 A	89 A
Ác. Ascórbico	82 A	90 A	85 A	78 B
Média				77 X
Test. Adic.				79 X

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas (A, B, C) e (X) na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%) e Dunnett (5%).

Para o período de 48 horas de condicionamento (Tabela 4), observa-se não haver diferença entre as médias dos tratamentos, exceto para o tratamento com solução de PEG -2,0 MPa, que mostrou-se prejudicial ao vigor das sementes nesse período, mensurado pelo reduzido valor da primeira contagem de germinação (60%).

Uma maior discrepância entre as médias dos tratamentos é observada com 72 horas de condicionamento (Tabela 4). Nesse período o condicionamento com água destaca-se, por favorecer a germinação.

Não há diferença entre as médias dos tratamentos com solução de KNO_3 - 0,5 MPa (81%) e solução de ácido ascórbico (78%). Os tratamentos com soluções de KNO_3 -1,0 MPa, PEG -1,0 e PEG -2,0 MPa mostraram-se prejudiciais ao vigor das sementes.

Com relação ao desempenho das sementes sem tratamento (Testemunha) na primeira contagem (Tabela 4), uma germinação inicial de 79% não diferiu estatisticamente do valor médio dos tratamentos (77%).

Na comparação das médias dos tratamentos com a testemunha adicional (Tabela 5), o condicionamento fisiológico das sementes com ácido ascórbico por 36 horas é superior a média das sementes sem tratamentos, sendo o tratamento que melhor favoreceu a primeira contagem de germinação.

Efeito deletério a germinação das sementes foi observado para os tratamentos com KNO_3 -1,0 MPa (36 e 72 horas) e PEG -2,0 MPa (48 e 72 horas), estes tratamentos proporcionaram valores de germinação inferiores ao das sementes sem tratamento.

Tabela 5 Comparação dos valores de primeira contagem de germinação da testemunha adicional com as médias de cada tratamento de condicionamento fisiológico

Tratamentos	Tempo (horas)			
	24	36	48	72
KNO ₃ -0,5 MPa	83 a	87 a	78 a	81 a
Test. Adicional	79 a	79 a	79 a	79 a
DMS	9,96	9,97	11,25	12,68
CV (%)	5,43	5,30	6,31	6,92
KNO ₃ -1,0 MPa	74 a	68 b	81 a	67 b
Test. Adicional	79 a	79 a	79 a	79 a
DMS	19,14	9,25	12,68	11,85
CV (%)	10,97	5,54	7,00	7,16
PEG -1,0 MPa	79 a	79 a	71 a	69 a
Test. Adicional	79 a	79 a	79 a	79 a
DMS	10,95	8,27	8,87	10,95
CV (%)	6,11	4,62	5,20	6,53
PEG -2,0 MPa	73 a	81 a	60 b	63 b
Test. Adicional	79 a	79 a	79 a	79 a
DMS	8,87	8,88	13,72	12,27
CV (%)	5,15	4,89	8,69	7,63
Hidrocondicionamento	82 a	82 a	77 a	89 a
Test. Adicional	79 a	79 a	79 a	79 a
DMS	15,26	8,27	12,68	10,95
CV (%)	8,38	4,55	7,18	5,73
Ácido ascórbico	85 a	91 a	85 a	78 a
Test. Adicional	79 a	79 b	79 a	79 a
DMS	10,95	9,96	9,97	11,25
CV (%)	5,89	5,17	5,34	6,31

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas para cada tratamento, não diferem entre si pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

O efeito benéfico do condicionamento fisiológico melhorando a qualidade inicial das sementes como os observado para as sementes de girassol, foram verificados de forma semelhante para outras espécies, como em *Daucus carota* e *Capsicum annuum* (LOPES et al., 2011), onde o vigor das sementes avaliado pela primeira contagem de germinação foi elevado por meio do condicionamento com solução de PEG 6000 e KNO_3 com potenciais de -1,0 MPa. O mesmo ocorreu pra sementes de soja condicionadas com PEG 6000 com -0,8 MPa (GIÚDICE et al., 1998).

A melhoria na qualidade inicial das sementes submetidas ao condicionamento fisiológico pode estar relacionada ao fato de que durante o processo de condicionamento as sementes são levadas a um ponto muito próximo da germinação, com favorecimento de mecanismos de reparo das macromoléculas e outras estruturas celulares (BRAY, 1995; NASCIMENTO; ARAGÃO, 2002).

Quando ocorre a embebição das sementes, uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorre no embrião. Quando essa embebição ocorre de forma prolongada, particularmente sob baixos potenciais hídricos, ocorre uma influência acentuada na porcentagem, sincronia e velocidade de germinação (BRACCINI et al., 1999).

Diferente do que foi exposto por Braccini et al. (1999), na primeira contagem de germinação, o condicionamento em baixo potencial hídrico, exceto o proporcionado pela solução de KNO_3 -0,5 MPa, mostrou-se poucos satisfatórios em relação aos tratamentos com água e com solução de ácido ascórbico.

Para porcentagem final de germinação (Figura 2), efeito negativo do condicionamento fisiológico das sementes após 36 horas é observado nas soluções PEG -2,0 MPa (D) e em água (E). Incrementos na germinação podem ser observados no condicionamento com solução de KNO_3 -1,0 MPa (Figura

2B). As médias de germinação mantiveram-se constantes para os tempos de condicionamento, com média de 88% com uso de KNO_3 -0,5 MPa (Figura 2 A), 85% com uso de PEG -1,0 Mpa (Figura 2 C) e 89% de germinação com uso da solução de ácido ascórbico (Figura 2 F).

Semelhante ao verificado para a primeira contagem de germinação, para o condicionamento em solução de KNO_3 -1,0 MPa (Figura 1 B), uma redução nos valores de germinação até 36 horas e a partir desse período ocorre um incremento na germinação, resultando em 85% de germinação com 48 horas, valor semelhante ao observado com 72 horas (82%) (Figura 2B).

Para a solução de PEG -2,0 MPa (D), uma discreta elevação na germinação quando condicionadas por 36 horas resultou em 87% de germinação e uma redução nesse valor é observado com 48 horas (75%).

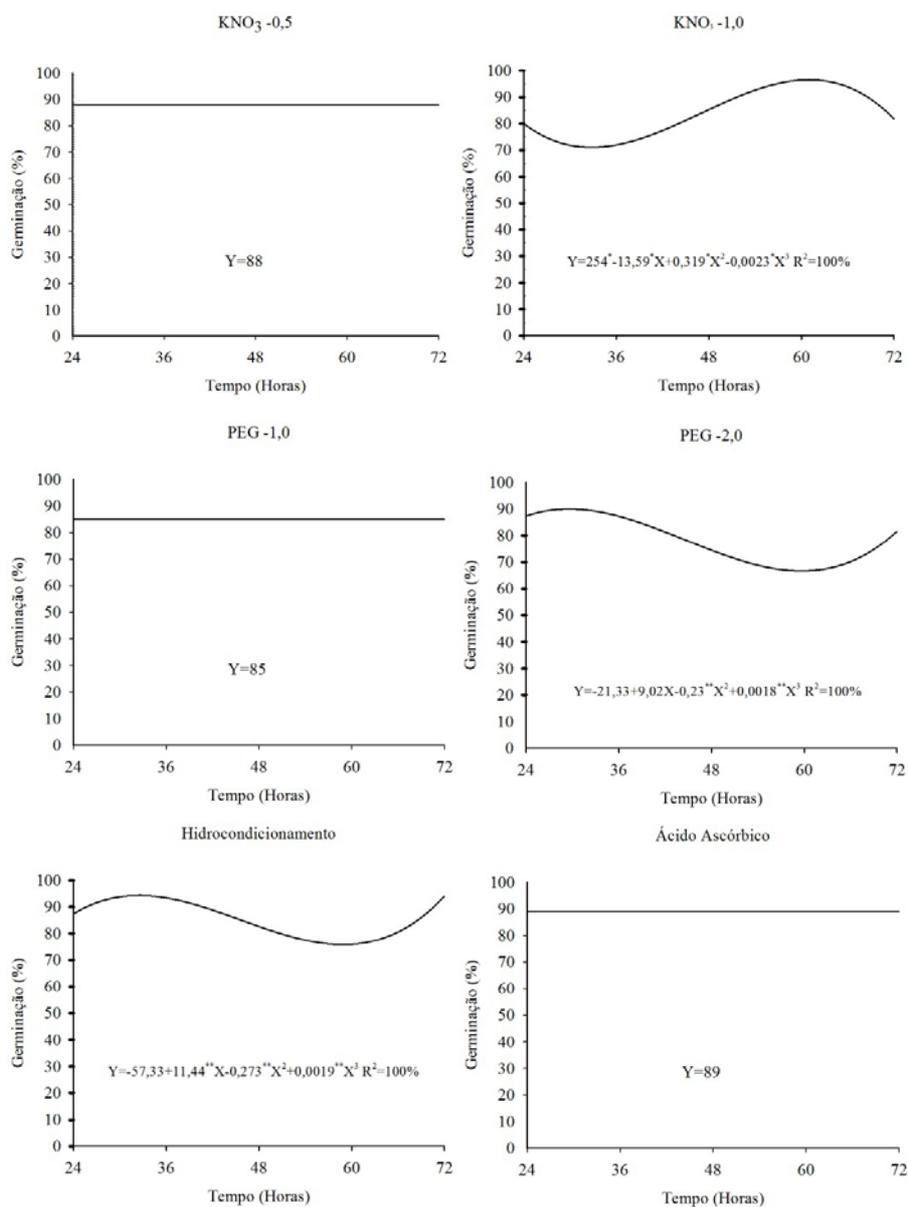


Figura 2 Porcentagem de germinação de sementes de girassol submetidas a diferentes condicionamentos fisiológicos por quatro períodos de tempo (Horas). A – KNO₃ -0,5; B – KNO₃ -1,0; C – PEG -1,0; D – PEG -2,0; E – Hidrocondicionamento; F – Ácido ascórbico.

Quando as sementes foram submetidas ao condicionamento com água (E), obteve-se 93% de germinação com 36 horas de condicionamento, reduções nos valores são observadas até o condicionamento atingir 48 horas (83%) (Figura 2E). Ainda na Figura 2E, observa-se que decorridas 72 horas de embebição a germinação estabeleceu-se em 94%, resultado semelhante ao observado para o condicionamento por 36 horas (93%).

Nos períodos de embebição por 24 e 72 horas, não se observam diferenças entre os tratamentos.

Nos períodos de 36 e 48 horas ocorrem discrepâncias entre as médias de germinação quando condicionadas com soluções de KNO_3 ajustada para -1,0 MPa e PEG -2,0 MPa, onde foram obtidos os menores percentuais de germinação com relação aos demais tratamentos, o tratamento com KNO_3 -1,0 MPa a germinação situou-se em 72% e para o tratamento PEG -2,0 MPa germinação foi de 75% (Tabela 6).

Ainda na Tabela 6, os efeitos promissores dos condicionamentos fisiológicos com água e com solução de ácido ascórbico por 36 horas, onde, quantitativamente, observaram-se 93% de germinação, são maiores que os das sementes sem tratamento (Testemunha).

Tabela 6 Germinação de sementes de girassol sem tratamento (Testemunha) e submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas)

Tratamentos	Germinação (%)			
	Tempo (Horas)			
	24	36	48	72
KNO ₃ -0,5	90 A	89 A	90 A	86 A
KNO ₃ -1,0	80 A	72 B	85 A	82 A
PEG -1,0	85 A	90 A	86 A	82 A
PEG -2,0	87 A	87 A	75 B	82 A
Hidrocondicionamento	87 A	93 A	83 A	94 A
Ácido Ascórbico	87 A	93 A	88 A	87 A
Média				86 X
Test. Adic.				87 X

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas (A, B) e (X) na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%) e Dunnett (5%).

Na Figura 2, não houve diferença entre as médias de germinação ao longo dos tempos de condicionamento com solução de KNO₃ -0,5 MPa.

Diferentemente Kaya et al. (2006) verificaram que o osmocondicionamento com solução de KNO₃ favorece a germinação de aquênios de girassol até o potencial de -0,6 MPa, sendo a melhoria no desempenho das sementes resultante da presença do íon NO₃⁻, por ser considerado promotor da germinação.

Devido aos baixos potenciais hídricos a velocidade de hidratação dos tecidos é reduzida, permitindo maior tempo para reorganização das membranas celulares (HUSSAIN et al., 2006; KAYA et al., 2006).

Diferente do que ocorre com o uso da solução de nitrato de potássio -1,0 MPa (Tabela 6), o condicionamento com água mostrou-se promissor no período de 36 horas, nesse tratamento não há controle da hidratação, com as sementes absorvendo água rapidamente.

A rápida hidratação dos tecidos proporcionada pelo condicionamento fisiológico com água também favoreceu a germinação das sementes de girassol, observados por Maiti et al. (2006), quando condicionadas por 15 horas.

Além das melhorias à germinação de sementes, também são observados um melhor desenvolvimento das plântulas em condições adversas de salinidade (HUSSAIN et al., 2006; KAYA et al., 2006).

Apesar de favorecer a germinação das sementes de girassol, a rápida hidratação dos tecidos durante o condicionamento pode causar prejuízos à germinação de algumas espécies, principalmente com danos ao sistema de membranas, como foi observado no condicionamento de sementes de soja com água (GIÚDICE et al., 1998).

Resultados mais expressivos foram observados por El-Saidy et al. (2011) com uso da solução de ácido ascórbico no condicionamento de sementes de girassol, cultivares Sakha 53 e Giza 102. A solução testada elevou a germinação das sementes, inicialmente com médias de 64 e 82%, para valores de 95 e 96%, quando condicionadas por um período de 12 horas. Estes resultados, no mesmo experimento, foram superiores aos observadas para sementes condicionadas com soluções de PEG e KNO_3 .

O uso concentrado de PEG pode levar a redução na concentração de oxigênio na solução devido a sua alta viscosidade, mesmo com aeração da solução, podendo causar efeito negativo na degradação e síntese de proteínas, dificultando o processo respiratório. Este efeito negativo foi observado por Ahmadi et al. (2007), Kaya et al. (2006) e Moradi e Younesi (2009).

Resultados diferenciados foram obtidos por Bailly et al. (1998, 2000) no condicionamento de sementes de girassol com soluções de PEG 6000 e PEG 8000, ajustadas para o potencial de -2,0 MPa, estas soluções proporcionaram uma restauração na habilidade inicial de germinação da cultivar Briosol.

Com relação ao desempenho das sementes sem tratamento (Testemunha) observou-se valor médio de 87% na porcentagem de germinação final (Tabela 6), não diferindo da média dos tratamentos (86%).

Pela análise de variância apresentada na Tabela 3, o efeito do condicionamento independe do tempo de embebição para as variáveis porcentagem e índice de velocidade de emergência, apenas o efeito principal entre os métodos de condicionamento pode ser observado.

Os maiores valores de emergência foram obtidos quando as sementes foram embebidas em água e em solução de ácido ascórbico, resultando em 84 e 83%, destacando-se em relação aos demais tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 Porcentagem de emergência de girassol de sementes sem tratamento (Testemunha) e submetidas aos diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas)

Tratamentos	Emergência (%)				Média
	Tempo (Horas)				
	24	36	48	72	
KNO ₃ -0,5	73	67	76	75	73 C
KNO ₃ -1,0	69	63	67	59	64 D
PEG -1,0	75	83	75	81	78 B
PEG -2,0	80	83	70	81	79 B
Hidrocondicionamento	81	88	85	81	84 A
Ácido Ascórbico	82	83	86	83	83 A
Média	77 a	78 a	76 a	76 a	77 X
Test. Adic.					86 X

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha e maiúsculas (A, B, C e D) e (X) na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%) e Dunnett (5%).

Observam-se para os demais tratamentos valores de emergência abaixo de 80%, não havendo diferença entre as médias dos tratamentos com PEG nos potenciais de -1,0 e -2,0 MPa, proporcionando 78 e 79% de emergência (Tabela 7). Já os condicionamentos realizados com solução de KNO_3 nos potenciais de -0,5 e -1,0 MPa proporcionaram os menores valores médios de emergência, sendo observados 73 e 64%.

De forma semelhante, para o índice de velocidade de emergência (Tabela 8), os tratamentos com embebição em água e em solução de ácido ascórbico, mostraram-se os mais favoráveis às sementes de girassol. Estes tratamentos apresentaram os maiores valores médios de IVE; 7,74 e 7,50, sendo superiores aos demais tratamentos utilizados.

Tabela 8 Índice de velocidade de emergência de girassol sem tratamento (Testemunha) e submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas)

Tratamentos	Índice de velocidade de emergência				Média
	Tempo (Horas)				
	24	36	48	72	
KNO_3 -0,5	6,21	5,76	6,73	6,72	6,35 B
KNO_3 -1,0	5,72	5,37	5,79	4,75	5,41 C
PEG -1,0	5,62	6,75	5,63	5,96	5,99 B
PEG -2,0	6,2	6,54	5,35	6,24	6,08 B
Hidrocondicionamento	7,51	8,12	7,86	7,49	7,74 A
Ácido Ascórbico	6,94	7,67	7,76	7,63	7,50 A
Média	6,36 a	6,70a	6,52a	6,46a	6,51 X
Test. Adic.					6,89 X

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas (A, B, C) e (X) na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%) e Dunnett (5%).

O menor índice de velocidade de emergência foi obtido para sementes condicionadas em solução de KNO_3 com potencial de -1,0 Mpa (5,41), não houve diferença entre as soluções de KNO_3 -0,5 (6,35), PEG -1,0 (5,99) e PEG -2,0 MPa (6,08), que tiveram valores médios intermediários.

Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al. (2000), para sementes de sorgo, onde não foram observadas diferenças significativas entre períodos de condicionamento com solução de PEG com potências variando de -0,6 e -1,2 MPa.

Peske e Novembre (2010) observaram para sementes de milho que o condicionamento com água e o uso de solução de PEG, com potências hídricas diferentes, não influenciaram no desenvolvimento inicial das plântulas.

Pesquisando diferentes tipos de condicionamento, Venkatasubramanian e Umarani (2007) demonstraram que o condicionamento fisiológico ideal varia de espécie para espécie, ao determinarem para as sementes de tomate o condicionamento com resultados mais adequados foi o condicionamento com água por 48 horas, enquanto que para as sementes de berinjela e pimenta o condicionamento ideal foi o mátrico.

O condicionamento fisiológico tem sido utilizado como alternativa para diminuir o período entre a instalação da cultura no campo e a emergência de plântula, aumentando a produtividade de várias culturas, como o girassol, pela ocorrência de mudanças fisiológicas e bioquímicas na semente, como aumento da taxa respiratória e na síntese de proteínas (BAILLY et al., 1998).

A busca por um método ideal de condicionamento de sementes é de extrema importância, principalmente para a cultura do girassol, devido às diferenças genéticas existentes entre os diferentes materiais (SANCHES et al., 2001).

Diferentes respostas são observadas para o condicionamento de sementes de girassol, no qual as mudanças tem ocorrido em função do método de

condicionamento e agente condicionante utilizados, como observado por Mwale et al. (2003), onde para três híbridos de girassol, o condicionamento osmótico com solução de PEG 8000 a -0,6 MPa, aumentou em 10% a porcentagem de emergência de plântulas a campo.

Da mesma forma, Hussain et al. (2006), ao embeberem sementes de girassol do híbrido Hysun-33, em solução aerada de NaCl (0,1%) durante 12 horas ou em água sob sistema aerado por 24 horas, observaram 87% de emergência de plântulas provenientes de sementes condicionadas com solução de NaCl e 88% de plântulas provenientes do hidrocondicionamento.

Pelos resultados do teste de condutividade elétrica (Figura 3), o menores valores foram obtidos para as sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com soluções de PEG -1,0 (C) e -2,0 MPa (D), condicionadas com água (E) e com ácido ascórbico (F), independente do tempo de embebição das sementes.

Os maiores valores de condutividade elétrica ocorreram quando a solução de KNO_3 foi ajustada para o potencial de -1,0 MPa (B), foram observados valores variando de 123,08 e 276,28 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente, com 24 e 72 horas. Valores menores foram observados na solução de KNO_3 -0,5 MPa (A), com valores crescentes entre os tempo de condicionamento, variando de 67,30 em 24 horas para 145,93 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente em 72 horas de embebição.

Independente do tempo de condicionamento, não há diferença estatística entre as médias de condutividade elétrica quando as sementes foram condicionadas com soluções de PEG -1,0 e -2,0, resultando em valores equivalentes 20,05 e 27,79 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$. Quando submetidas aos condicionamentos com água e solução de ácido ascórbico, foram observados os menores valores de condutividade elétrica para as sementes de girassol, sem diferença estatística entre os tempos de condicionamento, resultando em valores médios de 18,57 e 18,45 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes (Figura 3).

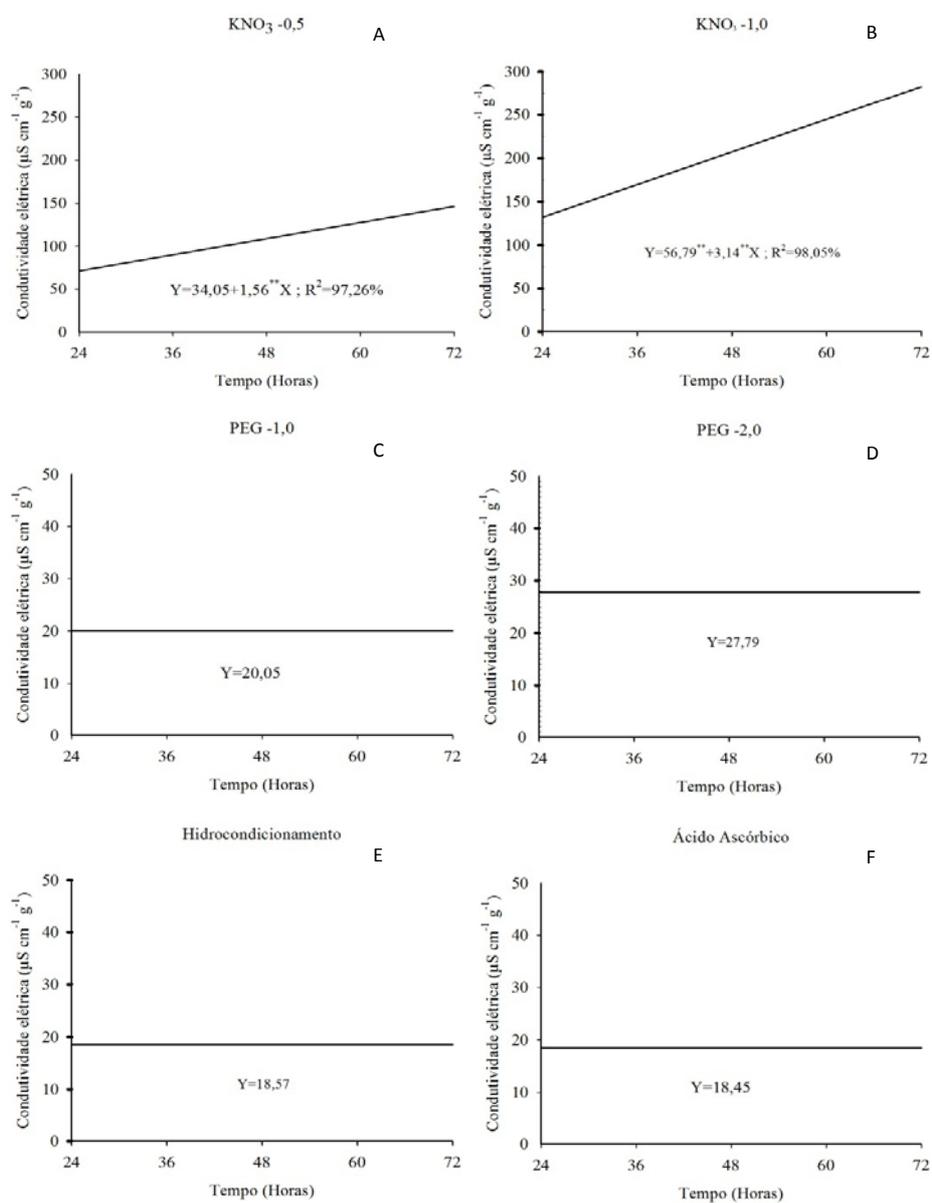


Figura 3 Condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas aos diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas). A – $\text{KNO}_3 - 0,5$; B – $\text{KNO}_3 - 1,0$; C – PEG -1,0; D – PEG -2,0; E – Hidrocondicionamento; F – Ácido ascórbico.

Para cada período de condicionamento foram observadas diferenças entre as médias dos tratamentos, influenciado principalmente pelos tratamentos com soluções de KNO_3 nas concentrações utilizadas (Tabela 9), onde se obteve os maiores valores de condutividade elétrica.

Tabela 9 Condutividade elétrica de sementes de girassol sem tratamento (Testemunha) e submetidas aos diferentes métodos de condicionamento fisiológico por quatro períodos de tempo (Horas)

Tratamentos	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)			
	Tempo (Horas)			
	24	36	48	72
KNO_3 -0,5	67,30 B	97,80 B	105,65 C	145,93 B
KNO_3 -1,0	123,08 C	175,05 C	217,16 D	276,28 C
PEG -1,0	18,53 A	20,83 A	17,32 A	23,55 A
PEG -2,0	25,53 A	24,79 A	30,98 B	29,84 A
Hidrocondicionamento	18,70 A	17,01 A	19,95 A	18,62 A
Ácido Ascórbico	16,36 A	19,39 A	17,93 A	20,14 A
Média				64,69 X
Test. Adic.				41,72 Y

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas (A, B, C e D) e (X, Y) na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%) e Dunnett (5%).

Chojnowski et al. (1997) observaram que sementes de girassol da cultivar Brissol, quando osmocondicionadas com PEG a -0,8 MPa e em água destilada a 25 °C por três horas, apresentaram menores valores de eletrólitos na solução de embebição do que sementes não condicionadas, semelhante ao que ocorreu neste experimento.

Giúdice et al. (1998) também verificaram menores valores de lixiviados na solução de embebição de sementes de diferentes cultivares de soja, osmocondicionadas com solução de PEG 6000 a -0,8 MPa sob 25 °C por quatro dias.

Quando se comparou a média da testemunha com a média dos demais tratamentos, percebe-se que o condicionamento com solução de KNO_3 influenciou a média dos tratamentos, com resultado superior ao observado para sementes sem tratamentos.

Conforme Roveri-José et al. (1999), o condicionamento pode ser afetado pelo meio condicionante, o que inclui o tipo de agente condicionante, bem como sua concentração e potencial osmótico.

Esses efeitos podem ser observados nas sementes condicionadas em solução de KNO_3 , que apresentaram valores extremos de condutividade, superiores aos observados nos tratamento com embebição em água e ácido ascórbico.

Esse comportamento, segundo Reis et al. (2012), está relacionado com a absorção de K^+ e íons como NO_3^- durante o condicionamento e posterior liberação desses elementos na água de embebição, que elevam os valores de condutividade elétrica das sementes.

4.2 Experimento II -- Condicionamento fisiológico e conservação de sementes de girassol

Os teores de água das sementes após o condicionamento fisiológico, secagem e armazenamento, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 Teor de água (%) de sementes de girassol condicionadas fisiologicamente, após secagem e durante o armazenamento

Lote	Tratamento	Tempo (Dias)			
		0	10	20	30
1	Sem	7,32	7,15	7,39	6,92
	Hidrocondicionamento	6,66	6,83	7,01	8,14
	Ácido ascórbico	6,11	6,97	7,23	7,17
2	Sem	7,36	7,28	7,62	6,94
	Hidrocondicionamento	6,64	7,80	7,30	8,08
	Ácido ascórbico	6,53	6,85	7,33	7,20
3	Sem	7,85	7,33	7,33	7,10
	Hidrocondicionamento	6,06	7,12	7,24	7,23
	Ácido ascórbico	6,83	6,98	6,88	6,79
4	Sem	7,69	7,12	7,74	7,09
	Hidrocondicionamento	6,35	6,69	7,70	7,41
	Ácido ascórbico	6,04	6,91	7,27	6,73
5	Sem	7,74	7,05	7,29	7,02
	Hidrocondicionamento	6,27	6,99	6,98	7,02
	Ácido ascórbico	6,87	7,23	7,26	7,40
6	Sem	7,15	7,19	7,13	7,10
	Hidrocondicionamento	6,34	6,63	7,00	7,13
	Ácido ascórbico	6,59	7,53	7,24	7,06

Ocorre uma pequena oscilação no teor de água das sementes de girassol submetidas ao condicionamento com água, solução de ácido ascórbico e sem condicionamento, entre os lotes e períodos de armazenamento.

As sementes submetidas aos condicionamentos e posterior secagem, caracterizado como tempo zero (0 dias) de armazenamento, apresentaram conteúdo de água inferior aos das sementes sem condicionamento nos seis lotes avaliados, o que indica que as sementes atingiram seu equilíbrio higroscópico com o ambiente ao longo do armazenamento.

O resumo da análise de variância, com as interações significativas encontram-se na Tabela 11. Observa-se que os comportamentos dos lotes de sementes condicionadas modificam-se com o período de armazenamento, dados pelas interações triplas significativas para as variáveis: primeira contagem e germinação final nos substratos papel e areia, porcentagem e índice de velocidade de emergência e $T_{50\%}$.

Tabela 11 Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos à primeira contagem de germinação e porcentagem de germinação, realizados em substrato papel e areia, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, T_{50%} e condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico e armazenamento

F.V	GL	Quadrados médios							
		Germinação Papel		Germinação areia		Emerg.	IVE	T _{50%}	Cond.
		1º Cont.	%Germ.	1º Cont	%Germ.				
Lotes (L)	5	165,62*	50,62*	253,24*	110,98*	273,45*	2,00*	0,05 ^{ns}	161,40*
Condicionamento (C)	2	3523,16*	1047,34*	4460,05*	5118,72*	1640,84*	10,46*	11,21*	12700,36*
Épocas (E)	3	839,27*	1269,22*	2097,49*	3211,59*	1978,75*	52,27*	5,04*	324,36*
L X C	10	294,51*	83,59**	302,53*	256,43*	128,26*	1,03*	0,09*	32,09 ^{ns}
L x E	15	73,77*	30,33 ^{ns}	124,01*	76,44*	77,04*	0,97*	0,09*	25,53 ^{ns}
C x E	6	638,53*	488,45	435,09*	386,37*	676,66*	11,91*	0,27*	49,28 ^{ns}
L x C x E	30	107,82*	49,28**	105,39*	88,64*	72,63*	0,87*	0,07*	23,90 ^{ns}
Erro	216	44,81	29,66	52,78	37,36	35,42	0,42	0,03	26,16
Total	287	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	9,01	6,50	10,30	7,86	7,30	8,46	4,01	14,34

^{ns} Não significativo, ** Valor de F significativo a 5 e 1% de probabilidade.

Para a variável condutividade elétrica são observados apenas os efeitos isolados dos tratamentos.

Para o teste realizado em substrato papel, nos dados de primeira contagem de germinação (Figura 4), as médias oriundas das sementes sem tratamento mantiveram-se constantes ao longo do armazenamento, sendo observados efeitos dos tratamentos, com comportamentos diferenciados ao longo do tempo.

No início do período experimental (0 dias) o condicionamento favoreceu a velocidade de germinação apenas no lote cinco.

As sementes condicionadas com água têm seu vigor reduzido, de forma acentuada, 30 dias após aplicação do tratamento, mensurado pela primeira contagem de germinação. Sementes condicionadas com solução de ácido ascórbico perdem vigor de forma menos acentuada que as sementes condicionadas em água (Figura 4).

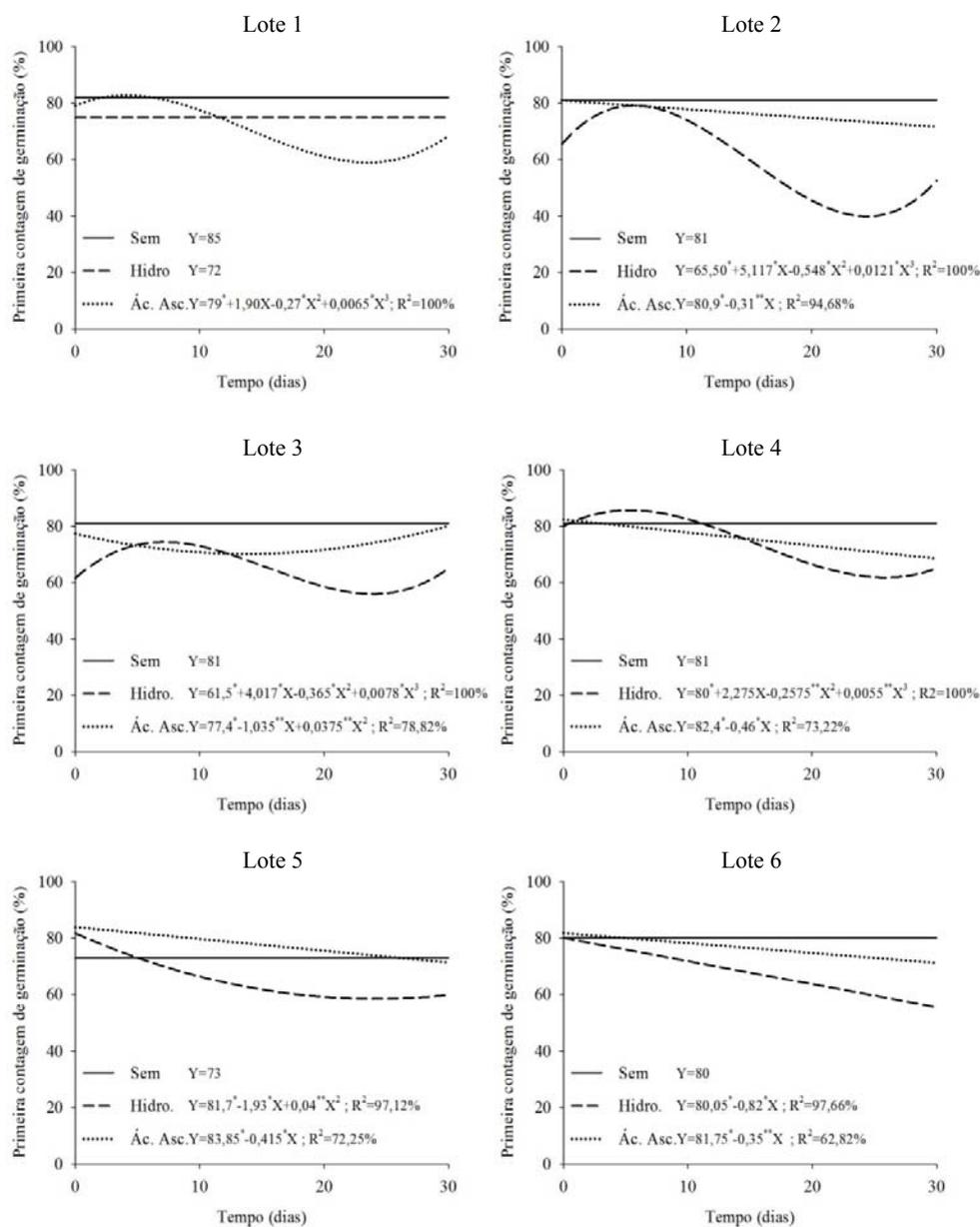


Figura 4 Resultados da Primeira contagem de germinação em papel, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.

Na Tabela 12 são apresentados os valores médios de germinação obtidos na primeira contagem, quatro dias após a semeadura em papel germitest nos diferentes períodos de tempo avaliados durante o armazenamento das sementes condicionadas ou não.

Tabela 12 Primeira contagem de germinação em substrato papel de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento

1º Contagem de Germinação – Papel (%)							
Época	Condicionamento	Lotes					
		1	2	3	4	5	6
0	Sem	77 Aa	79 Aa	83 Aa	83 Aa	67 Bb	73 Ba
	Hidrocondicionamento	72 Ba	65 Bb	61 Bb	80 Aa	81 Aa	81 Aa
	Ácido ascórbico	79 Aa	80 Aa	76 Aa	83 Aa	83 Aa	83 Aa
10	Sem	80 Aa	78 Aa	77 Aa	75 Aa	72 Ab	81 Aa
	Hidrocondicionamento	75 Aa	74 Aa	73 Aa	82 Aa	68 Ab	71 Aa
	Ácido ascórbico	77 Aa	79 Aa	73 Aa	79 Aa	82 Aa	78 Aa
20	Sem	86 Aa	78 Aa	78 Aa	83 Aa	68 Ba	83 Aa
	Hidrocondicionamento	76 Aa	45 Db	58 Cb	66 Bb	57 Cb	61 Cb
	Ácido ascórbico	61 Ab	75 Aa	69 Aa	68 Ab	71 Aa	70 Ab
30	Sem	83 Aa	87 Aa	85 Aa	83 Aa	84 Aa	82 Aa
	Hidrocondicionamento	74 Ab	52 Cc	65 Bb	65 Bb	60 Cc	57 Cb
	Ácido ascórbico	68 Ab	71 Ab	81 Aa	71 Ab	73 Ab	74 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas (entre Lotes) e minúsculas nas colunas (entre Tratamentos), para cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

A partir de 20 dias após o condicionamento as sementes de girassol condicionadas em água perdem vigor, de forma acentuada. Com exceção as sementes do Lote 1 condicionadas em água.

Com relação à porcentagem final de germinação, ocorrem efeitos distintos entre os tratamentos para os lotes ao longo do armazenamento (Figura 5).

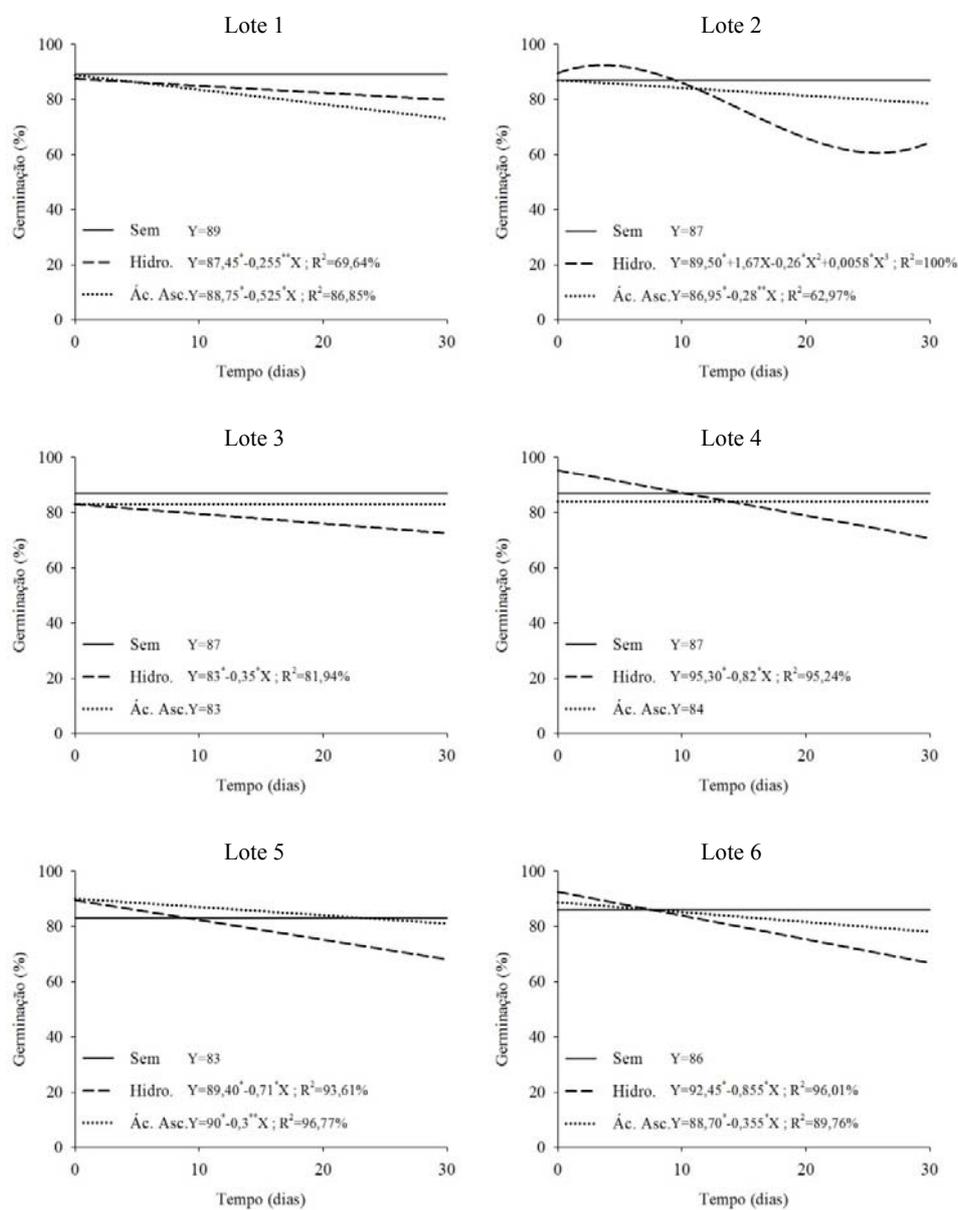


Figura 5 Porcentagem de germinação em substrato papel de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.

Nos lotes avaliados, exceto o lote 4, não há diferenças entre as médias finais de germinação em papel, para as sementes condicionadas e sem condicionamento, no início do armazenamento. Estes valores decrescem ao longo do período de armazenamento, exceto para sementes hidrocondicionadas, onde o decréscimo é acentuado apenas a partir do 20º dia após o condicionamento (Tabela 13).

Tabela 13 Porcentagem de germinação em papel, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento

		Germinação Final – Papel (%)					
Época	Condicionamento	Lotes					
		1	2	3	4	5	6
0	Sem	89 Aa	89 Aa	91 Aa	89 Aa	83 Aa	85 Aa
	Hidrocondicionamento	89 Aa	89 Aa	81 Bb	93 Aa	89 Aa	91 Aa
	Ácido ascórbico	90 Aa	87 Aa	84 Ab	87 Aa	89 Aa	88 Aa
10	Sem	87 Aa	85 Aa	84 Aa	82 Aa	81 Aa	86 Aa
	Hidrocondicionamento	82 Aa	86 Aa	82 Aa	90 Aa	84 Aa	87 Aa
	Ácido ascórbico	82 Aa	81 Aa	85 Aa	88 Aa	88 Aa	86 Aa
20	Sem	91 Aa	85 Aa	86 Aa	86 Aa	82 Aa	87 Aa
	Hidrocondicionamento	82 Ab	66 Bb	74 Bb	77 Ab	72 Bb	73 Bb
	Ácido ascórbico	75 Ab	85 Aa	79 Ab	79 Ab	83 Aa	79 Ab
30	Sem	86 Aa	87 Aa	88 Aa	89 Aa	87 Aa	85 Aa
	Hidrocondicionamento	81 Aa	64 Bc	72 Bb	70 Bb	69 Bb	67 Bb
	Ácido ascórbico	75 Ab	77 Ab	85 Aa	81 Aa	81 Aa	79 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas (entre Lotes) e minúsculas nas colunas (entre Tratamentos), para cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

A partir de 10 dias de armazenamento ocorrem diferenças significativas na germinação de sementes não condicionadas em relação às submetidas ao condicionamento com água. Sementes não condicionadas mantiveram sua germinação ao longo dos 30 dias, exceto para o Lote 1.

As sementes submetidas ao condicionamento com ácido ascórbico tiveram menor redução na germinação, quando comparadas às hidrocondicionadas e armazenadas por 30 dias.

Para a primeira contagem de germinação, realizada em areia (Figura 6), o condicionamento fisiológico com ácido ascórbico favoreceu todos os lotes avaliados, com valores superiores ao das sementes sem tratamento, no início do período experimental (0 dias).

Esse efeito foi mantido até 10 dias de armazenamento para os lotes 1, 2 e 4; até os 20 dias para o lote 5 e se manteve até os 30 dias para os lotes 3 e 6 (Figura 6)

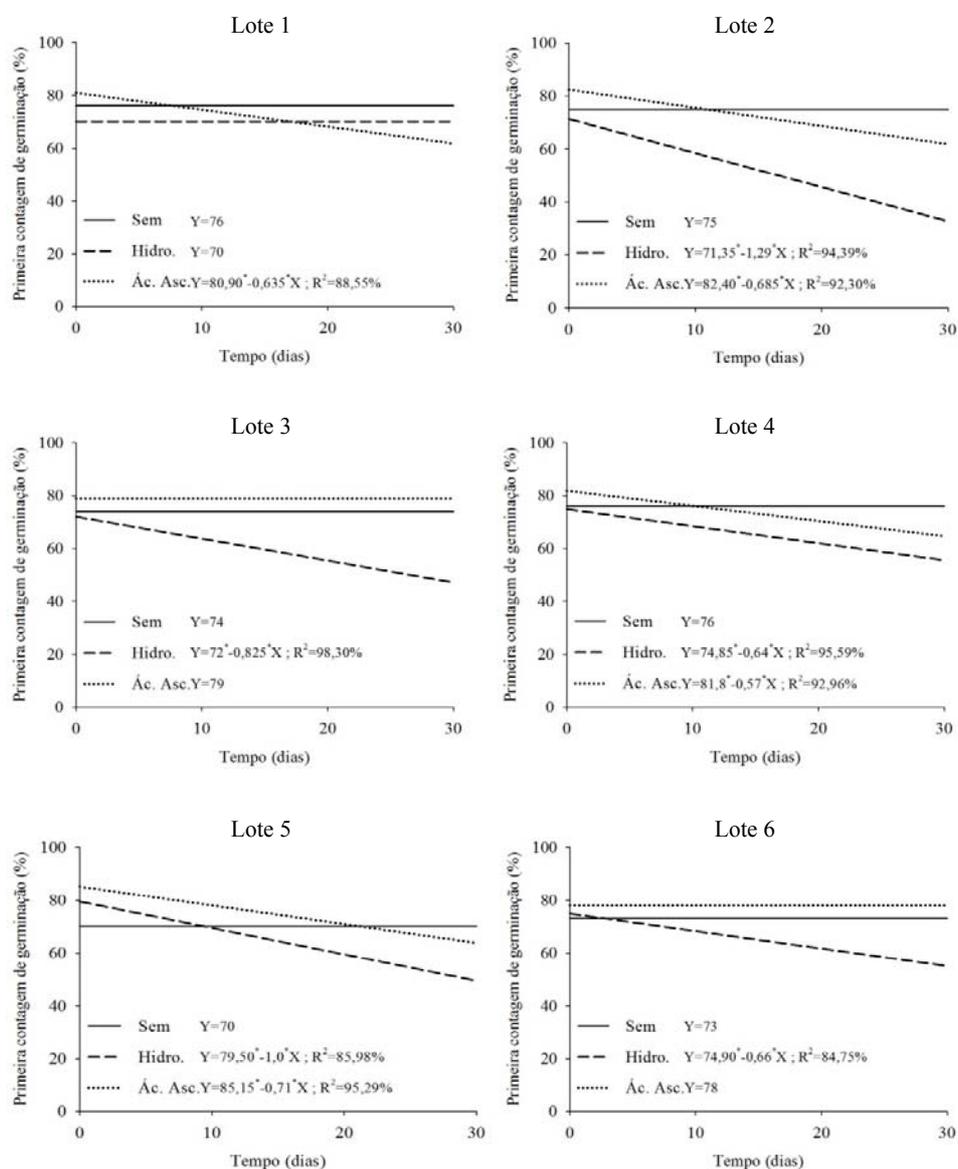


Figura 6 Primeira contagem de germinação em areia, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.

O condicionamento fisiológico das sementes com ácido ascórbico é favorável à germinação das sementes de girassol, apesar de não serem estatisticamente diferentes, exceto para o lote 5, onde os valores de germinação foram superiores ao das sementes sem condicionamento na primeira época de avaliação (Figura 6).

Semelhante ao observado na germinação em papel, na primeira contagem o condicionamento com água diferencia-se do condicionamento com ácido ascórbico, reduzindo a velocidade de germinação ao longo do armazenamento de forma acentuada, exceto para o lote 1 (Tabela 14).

Tabela 14 Primeira contagem de germinação em areia de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento

		1º Contagem de Germinação – Areia (%)					
Época	Condicionamento	Lotes					
		1	2	3	4	5	6
0	Sem	77 Aa	80 Aa	78 Aa	79 Aa	67 Bb	71 Ba
	Hidrocondicionamento	69 Ab	75 Aa	72 Aa	74 Aa	80 Aa	73 Aa
	Ácido ascórbico	81 Aa	83 Aa	82 Aa	80 Aa	83 Aa	81 Aa
10	Sem	76 Aa	74 Aa	75 Aa	80 Aa	72 Aa	71 Aa
	Hidrocondicionamento	67 Aa	54 Bb	64 Ab	68 Ab	72 Aa	72 Aa
	Ácido ascórbico	76 Aa	73 Aa	75 Aa	79 Aa	79 Aa	76 Aa
20	Sem	79 Aa	70 Aa	69 Aa	72 Aa	67 Aa	73 Aa
	Hidrocondicionamento	73 Aa	42 Cb	53 Bb	64 Aa	52 Bb	57 Bb
	Ácido ascórbico	64 Ab	72 Aa	76 Aa	70 Aa	73 Aa	77 Aa
30	Sem	73 Aa	75 Aa	76 Aa	73 Aa	72 Aa	75 Aa
	Hidrocondicionamento	69 Aa	36 Cc	48 Bb	54 Bb	53 Bb	56 Bb
	Ácido ascórbico	64 Ba	60 Bb	82 Aa	64 Ba	62 Bb	80 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas (entre Lotes) e minúsculas nas colunas (entre Tratamentos), para cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Para a porcentagem final de germinação, realizada em areia (Figura 7), resultados semelhantes aos observados para a germinação em papel.

Porém, a qualidade das sementes decresce ao longo do armazenamento, ocorrendo de forma acentuada quando submetidas ao condicionamento com água, exceto para o lote 1, que manteve-se constante ao longo do armazenamento, mas com resultados inferiores em relação aos observados para as sementes sem tratamento.

Para os lotes 3 e 6 o tratamento com ácido ascórbico foi favorável a manutenção da qualidade das sementes ao longo do armazenamento. A porcentagem de germinação manteve-se constante, sem diferença significativa em relação às sementes sem tratamento. Para os outros lotes de girassol utilizados na pesquisa a qualidade das sementes, de modo geral, foi mantida por até 10 dias após esse condicionamento (Figura 7).

As germinações em areia das sementes condicionadas com água tiveram maior redução a partir dos 10 dias de armazenamento, quando comparadas com as sementes condicionadas com ácido ascórbico. Os resultados são semelhantes aos observados para a germinação em papel (Figura 5).

A germinação das sementes condicionadas, avaliadas tanto em substrato papel como em substrato areia, decresce de forma linear ao longo do armazenamento (Figura 7).

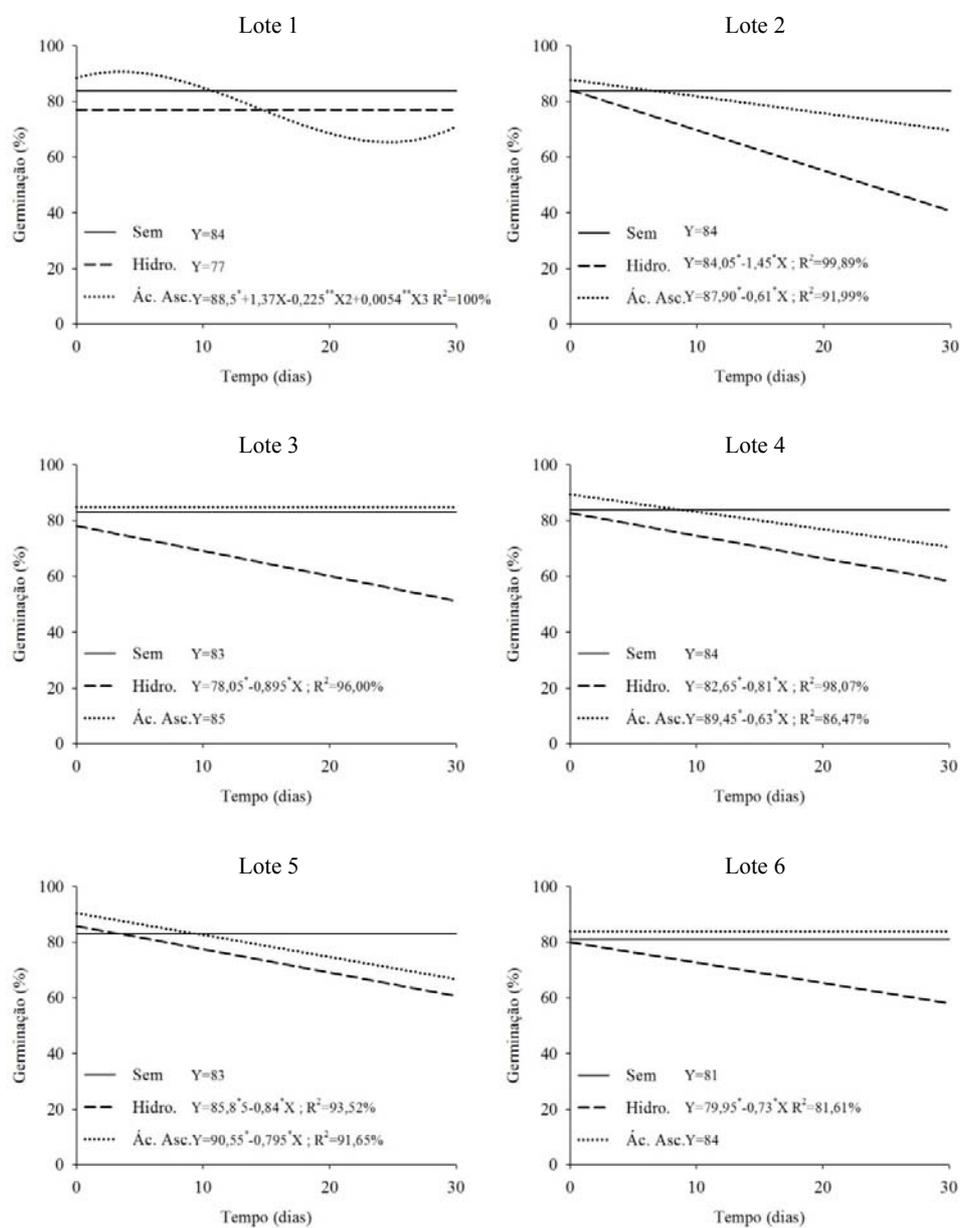


Figura 7 Porcentagem de germinação em areia, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.

O condicionamento fisiológico com água não favorece a qualidade das sementes, exceto para o lote 1, cujos valores de germinação mantiveram-se constantes durante o período de armazenamento (Tabela 15).

Tabela 15 Porcentagem de germinação em areia, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento

		Germinação Final – Areia (%)					
Época	Condicionamento	Lotes					
		1	2	3	4	5	6
0	Sem	85 Aa	89 Aa	88 Aa	88 Aa	85 Aa	80 Ab
	Hidrocondicionamento	81 Aa	83 Aa	76 Ab	82 Aa	85 Aa	75 Ab
	Ácido ascórbico	88 Aa	86 Aa	88 Aa	87 Aa	88 Aa	89 Aa
10	Sem	84 Aa	83 Aa	89 Aa	86 Aa	86 Aa	81 Aa
	Hidrocondicionamento	75 Ab	70 Ab	72 Ab	74 Ab	80 Aa	78 Aa
	Ácido ascórbico	85 Aa	83 Aa	84 Aa	84 Aa	85 Aa	85 Aa
20	Sem	84 Aa	81 Aa	76 Aa	79 Aa	84 Aa	82 Aa
	Hidrocondicionamento	78 Aa	55 Cb	59 Cb	68 Bb	65 Cb	61 Cb
	Ácido ascórbico	68 Bb	78 Aa	82 Aa	81 Aa	77 Aa	80 Aa
30	Sem	81 Aa	83 Aa	78 Aa	80 Aa	78 Aa	81 Aa
	Hidrocondicionamento	73 Ab	40 Dc	50 Cb	57 Bc	62 Bb	59 Bb
	Ácido ascórbico	71 Bb	67 Bb	84 Aa	67 Bb	64 Bb	83 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas (entre Lotes) e minúsculas nas colunas (entre Tratamentos), para cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Geralmente quando se utiliza o substrato areia, a germinação das sementes de espécies oleaginosas se dá de forma mais rápida, quando comparada com o substrato papel, podendo ser explicado pelo maior contato das sementes com o substrato, proporcionando uma maior velocidade na absorção de água. Outro aspecto observado no uso de substrato areia na germinação de sementes oleaginosas é o baixo índice de contaminação das sementes por microrganismos, geralmente fungos, que em substrato papel ocorre de forma mais intensa, como verificado para sementes de girassol, nabo forrageio e algodão (CALDEIRA, 2010; FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PIÑA-RODRIGUES, 1993; LOPES et al., 2005; NERY et al., 2009; NOVENBRE; MARCO FILHO, 1999; PACHECO et al., 2006).

Com relação ao condicionamento fisiológico são vários os efeitos promissores obtidos com essa técnica, porém o condicionamento pode ser influenciado por fatores externos e internos, sendo que os fatores externos mais comuns estão relacionados ao controle adequado do suprimento de água para as sementes, suprimento de oxigênio durante o condicionamento, a temperatura, ocorrência de microrganismos, presença ou ausência de luz, o substrato utilizado e a secagem ou não das sementes após os tratamentos e ao método de secagem utilizado (SANCHEZ et al., 2001).

Resultados diferentes para o condicionamento com água foram observados por Kathiresan e Gnanarethinam (1985), diferente do observado neste experimento, onde os autores obtiveram melhor desempenho de germinação de girassol quando as sementes foram condicionadas em água. Resultados satisfatórios também foram obtidos para sementes de girassol por Hussain et al. (2006), ao embeberam as sementes em água aerada por 24 horas, sendo que este tratamento proporcionou os maiores percentuais de germinação.

Resultados semelhantes com relação ao condicionamento com água também foram obtidos por Basra et al. (2005), Kaya et al. (2006), McDonald

(2000) e Wahid et al. (2008). Os autores relatam a maior capacidade que as sementes possuem de reativar o metabolismo quando absorvem água rapidamente e que o vigor é elevado, observados por germinação mais rápida e sincronizada.

Para o híbrido Hélio 253, efeito benéfico para o condicionamento com água somente é observado imediatamente após aplicação do tratamento e que esse efeito é acentuadamente perdido quando decorridos 10 dias de armazenamento.

O pouco efeito proporcionado pelo hidrocondicionamento, contrastando com os resultados obtidos por outros autores, reforça o que foi relatado por Sanchez et al. (2001), que a resposta ao condicionamento depende, entre outros fatores, da cultivar. Respostas diferenciadas para o condicionamento fisiológico entre cultivares também foram observadas por El-Saidy et al. (2011), os quais relatam que as respostas ao condicionamento estão ligadas ao potencial genético da cultivar, o que leva a diferenças na velocidade das atividades metabólicas pré-germinativas, desde o início da embebição até o momento da protrusão radicular.

Independente do substrato utilizado, a germinação das sementes do híbrido Hélio 253 condicionadas com solução de ácido ascórbico manteve-se satisfatória por até 20 dias de armazenamento.

Como observado para a germinação, a porcentagem e o índice de velocidade de emergência foi favorecido pelos condicionamentos com água e com solução de ácido ascórbico com semeadura imediata à aplicação dos tratamentos (Figura 8).

Sementes condicionadas proporcionaram os maiores percentuais de emergência de plântulas, logo após o condicionamento, nos lotes 2, 3 e 5 (Figura 8). Para esses lotes o efeito favorável do condicionamento na emergência foi

mantido por 10 dias de armazenamento, sendo que nesse ponto os valores permanecerem semelhantes ao das sementes sem tratamento.

A qualidade das sementes condicionadas decresce com o tempo, com reflexo negativo na emergência das plântulas, para os seis lotes de girassol avaliados. Esse efeito é acentuado para as sementes condicionadas com água, decorridos 20 dias de armazenamento (Figura 8).

Com condicionamento com solução de ácido ascórbico, a qualidade das sementes foi mais bem preservada durante o armazenamento, como observado para os lotes 2, 3, 4 e 6. Nesses lotes, a emergência manteve semelhante a das sementes sem tratamentos, durante o período de armazenamento (Figura 8).

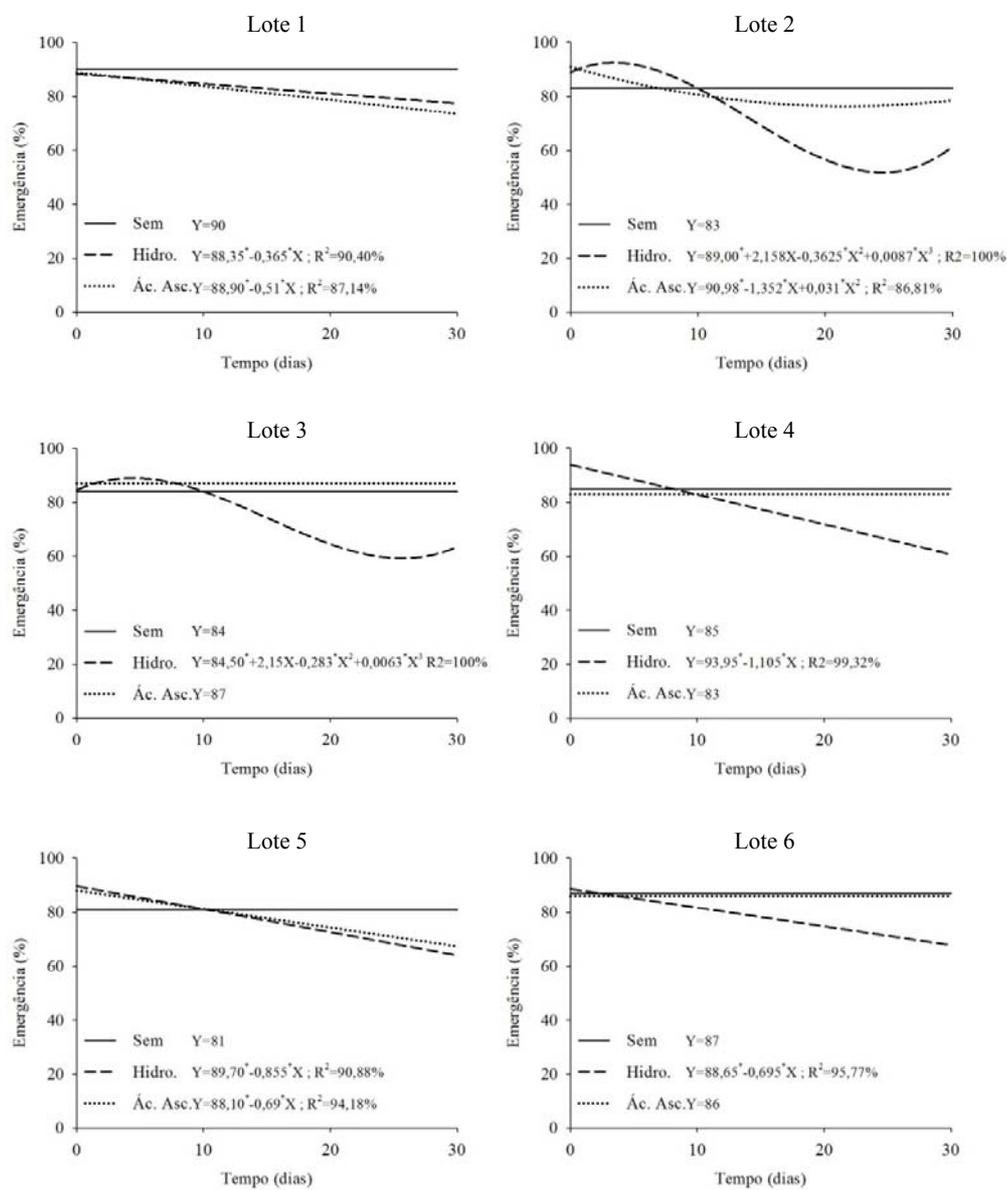


Figura 8 Porcentagem de emergência de sementes sem tratamento, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliada por quatro períodos de armazenamento.

Não há diferenças significativas entre as sementes sem tratamento e as sementes condicionadas com solução de ácido ascórbico, para quatro (2, 3, 4 e 6) dos seis lotes de girassol avaliados entre os períodos de armazenamento (Tabela 16).

Tabela 16 Porcentagem de emergência, de sementes sem tratamento, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento

Época	Condicionamento	Emergência (%)					
		Lotes					
		1	2	3	4	5	6
0	Sem	89 Aa	84 Aa	87 Aa	80 Ab	83 Aa	90 Aa
	Hidrocondicionamento	89 Aa	89 Aa	84 Aa	94 Aa	89 Aa	88 Aa
	Ácido ascórbico	86 Aa	90 Aa	88 Aa	87 Ab	86 Aa	83 Aa
10	Sem	89 Aa	86 Aa	85 Aa	87 Aa	78 Aa	88 Aa
	Hidrocondicionamento	82 Aa	83 Aa	84 Aa	82 Aa	84 Aa	83 Aa
	Ácido ascórbico	87 Aa	83 Aa	91 Aa	84 Aa	84 Aa	84 Aa
20	Sem	89 Aa	77 Aa	79 Aa	82 Aa	82 Aa	85 Aa
	Hidrocondicionamento	82 Ab	56 Db	64 Cb	73 Ba	68 Cb	72 Bb
	Ácido ascórbico	79 Bb	73 Ba	86 Aa	78 Ba	75 Bb	91 Aa
30	Sem	91 Aa	83 Aa	85 Aa	89 Aa	82 Aa	85 Aa
	Hidrocondicionamento	77 Ab	61 Bb	63 Bb	60 Bb	66 Bb	69 Bb
	Ácido ascórbico	72 Bb	79 Aa	83 Aa	82 Aa	66 Bb	84 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas (entre Lotes) e minúsculas nas colunas (entre Tratamentos), para cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

O condicionamento fisiológico das sementes também favoreceu a velocidade de emergência. Os efeitos favoráveis do condicionamento com solução de ácido ascórbico mantiveram-se por até 20 dias de armazenamento. Decréscimo na velocidade de emergência é observado para sementes condicionadas em água após 10 dias de armazenamento (Figura 9).

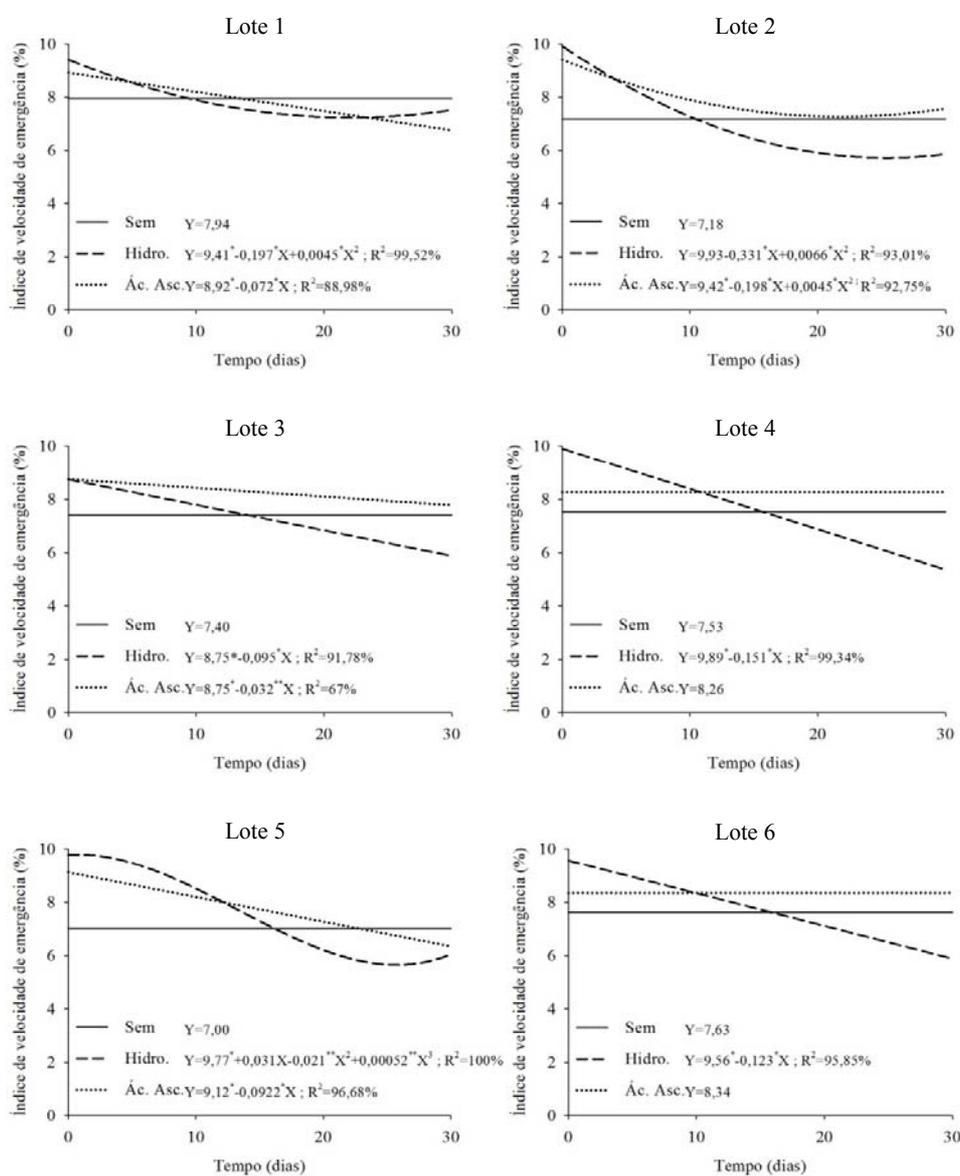


Figura 9 Índice de velocidade de emergência, de sementes sem tratamento, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.

Como observado para a porcentagem de emergência (Figura 8), o condicionamento das sementes com ácido ascórbico também favoreceu a velocidade de emergência dos seis lotes de girassol avaliados durante o armazenamento (Figura 9). Valores superiores ao das sementes sem tratamento são observados até 10 dias de armazenamento, tanto para sementes condicionadas com água quanto com ácido ascórbico.

O condicionamento com solução de ácido ascórbico manteve o índice de velocidade semelhante ao das sementes sem tratamentos, sem perdas acentuadas durante o armazenamento, diferente do que ocorreu para sementes condicionadas com água (Tabela 17).

Tabela 17 Índice de velocidade de emergência, de sementes sem condicionamento, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento

		Índice de velocidade de emergência					
Época	Condiciona.	Lotes					
		1	2	3	4	5	6
0	Sem	8,24 Ab	7,66 Ab	7,83 Aa	7,25 Ac	7,56 Ab	8,26 Ab
	Hidrocondicionamento	9,38 Aa	9,72 Aa	8,72 Aa	10,04 Aa	9,77 Aa	9,84 Aa
	Ácido ascórbico	9,08 Aa	9,31 Aa	8,62 Aa	8,99 Ab	8,95 Aa	8,39 Ab
10	Sem	8,12 Aa	7,53 Ab	7,43 Ab	7,84 Ab	6,98 Ab	7,63 Aa
	Hidrocondicionamento	7,96 Aa	7,87 Aa	8,06 Aa	8,16 Aa	8,51 Aa	8,04 Aa
	Ácido ascórbico	8,16 Aa	8,20 Aa	8,78 Aa	8,53 Aa	8,51 Aa	8,11 Aa
20	Sem	7,33 Aa	6,20 Aa	6,55 Ab	6,64 Aa	6,59 Aa	6,84 Ab
	Hidrocondicionamento	7,17 Aa	5,30 Bb	6,32 Ab	6,88 Aa	6,21 Aa	6,84 Ab
	Ácido ascórbico	7,03 Ba	6,97 Ba	7,77 Ba	7,40 Ba	7,13 Ba	8,74 Aa
30	Sem	8,39 Aa	7,32 Ba	7,82 Aa	8,39 Aa	6,90 Ba	7,79 Aa
	Hidrocondicionamento	7,53 Aa	6,06 Bb	6,13 Bb	5,44 Bb	6,05 Ba	6,17 Bb
	Ácido ascórbico	7,06 Ba	7,67 Aa	7,87 Aa	8,15 Aa	6,34 Ba	8,12 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas (entre Lotes) e minúsculas nas colunas (entre Tratamentos), para cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Como se observa na Tabela 17, vinte dias após o tratamento, as médias do índice de velocidade de emergência para sementes hidrocondicionadas são inferiores ao das sementes condicionadas pela solução de ácido ascórbico. Estas por sua vez não diferem estatisticamente das sementes sem condicionamento fisiológico.

A maior velocidade de emergência favorecida pelo condicionamento fisiológico das sementes de girassol, dos seis lotes avaliados, refletiu diretamente no estande de plantas. Como pode ser observado na Figura 10, com o aumento da velocidade de emergência os resultados do tempo necessário para obtenção de 50% de plântulas emergidas é reduzido, exceto para o lote 1 e 4, onde os valores de $T_{50\%}$ das sementes condicionadas ficaram acima dos observados para as sementes sem tratamento.

Ocorre emergência mais rápida para quatro (2, 3, 5, e 6) lotes de girassol avaliados, com valores menores do que os observados para as sementes sem tratamento, esse efeito é mantido por até 10 dias de armazenamento, após esse período os valores assemelham-se ao das sementes sem tratamento (Figura 10).

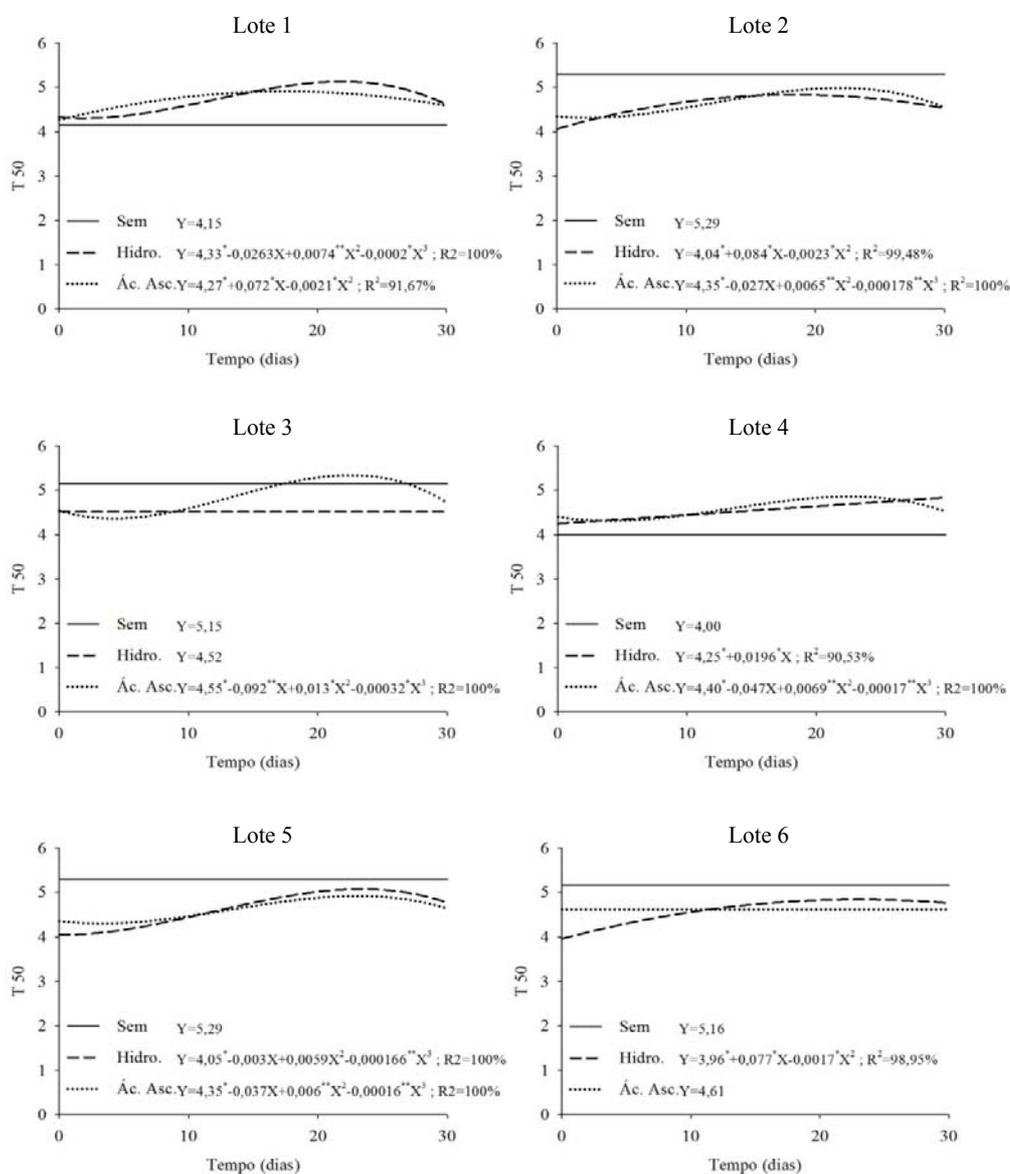


Figura 10 Valores de $T_{50\%}$ de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento.

Como verificado para o índice de velocidade emergência, para os lotes a velocidade vai diminuindo com o aumento no tempo de armazenamento das sementes (Figura 9), o que proporciona um aumento crescente nos valores de $T_{50\%}$, contudo não ocorrem diferenças entre as médias das sementes condicionadas com água e em ácido ascórbico, sendo que o aumento no $T_{50\%}$ ocorre de forma proporcional em cada período de armazenamento avaliado (Figura 10).

Apesar de ocorrer um aumento nos valores observados para as sementes condicionadas, as médias continuam menores que as observadas para as sementes sem tratamento, que se manteve constante durante o armazenamento (Tabela 18).

Tabela 18 Tempos para obtenção de 50% de plântulas, de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas em água e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento

Época	Condiciona.	$T_{50\%}$					
		Lotes					
		1	2	3	4	5	6
0	Sem	4,84 Ab	5,23 Ab	5,00 Ab	5,01 Ab	5,95 Ac	4,78 Ac
	Hidrocondicionamento	4,32 Aa	4,07 Ba	4,33 Aa	4,18 Aa	4,05 Ba	3,94 Ba
	Ácido ascórbico	4,29 Aa	4,34 Aa	4,54 Aa	4,40 Aa	4,35 Ab	4,45 Ab
10	Sem	4,94 Bb	5,29 Ab	5,24 Ab	5,10 Bb	5,13 Bb	5,32 Ab
	Hidrocondicionamento	4,59 Aa	4,64 Aa	4,65 Aa	4,48 Aa	4,44 Aa	4,60 Aa
	Ácido ascórbico	4,69 Aa	4,54 Aa	4,59 Aa	4,42 Aa	4,46 Aa	4,61 Aa
20	Sem	5,54 Ab	5,70 Ab	5,55 Ac	5,60 Ab	5,64 Ab	5,61 Ab
	Hidrocondicionamento	5,10 Aa	4,85 Ba	4,55 Ba	4,73 Ba	5,01 Aa	4,77 Ba
	Ácido ascórbico	4,99 Ba	4,97 Ba	5,28 Ab	4,83 Ba	4,87 Ba	4,79 Ba
30	Sem	5,13 Bb	5,02 Bb	4,81 Ca	4,74 Ca	5,46 Ab	4,95 Ba
	Hidrocondicionamento	4,60 Aa	4,51 Aa	4,57 Aa	4,75 Aa	4,77 Aa	4,77 Aa
	Ácido ascórbico	4,55 Aa	4,56 Aa	4,71 Aa	4,53 Aa	4,63 Aa	4,60 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas (entre Lotes) e minúsculas nas colunas (entre Tratamentos), para cada época de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Com relação ao teste de condutividade elétrica para os lotes de girassol avaliados, não foram observadas interações significativas entre o condicionamento das sementes com relação a tempo de armazenamento. Somente os efeitos dos fatores principais agem de forma isolada como observado no resumo da análise de variância apresentada na Tabela 11.

Observa-se na Tabela 19 que ocorreram diferenças entre os lotes avaliados e entre os tratamentos.

Tabela 19 Condutividade elétrica de sementes sem condicionamento fisiológico, condicionadas por hidrocondicionamento e por solução de ácido ascórbico, avaliadas por quatro períodos de armazenamento

Lote	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)			Média
	Condicionamento			
	Sem	Hidrocondicionamento	Ácido Ascórbico	
1	49,52	28,11	29,59	35,74 A
2	51,24	32,55	28,61	37,47 B
3	47,59	28,59	26,42	34,20 A
4	47,33	28,18	29,85	35,14 A
5	50,91	30,17	33,14	38,07 B
6	47,06	26,63	26,39	33,36 A
Média	48,94 b	29,04 a	29,00 a	

Médias de seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

A média da condutividade elétrica das sementes nos lotes submetidos ao condicionamento fisiológico em água e em solução de ácido ascórbico é menor do que a média das sementes sem tratamento (Tabela 19).

A condutividade elétrica média das sementes sem tratamento situou-se em 48,94 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes, valor superior à média da condutividade elétrica das sementes hidrocondicionadas e condicionadas em solução de ácido ascórbico, cujos valores situaram-se em 29,04 e 29,00 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente, sem diferença significativa entre si.

Pelos valores de condutividade elétrica apresentada pelos tratamentos, sustenta-se a teoria do reparo celular, com redução de lixiviados das sementes para a solução de embebição, como relatado por Abreu (2010), Chojnowski et al. (1997), Coolbear (1995) e Desai et al. (1997).

Contudo o efeito benéfico dos tratamentos é perdido com durante o armazenamento, evidenciado pelo aumento nos valores de condutividade elétrica até 30 dias após o condicionamento (Figura 11).

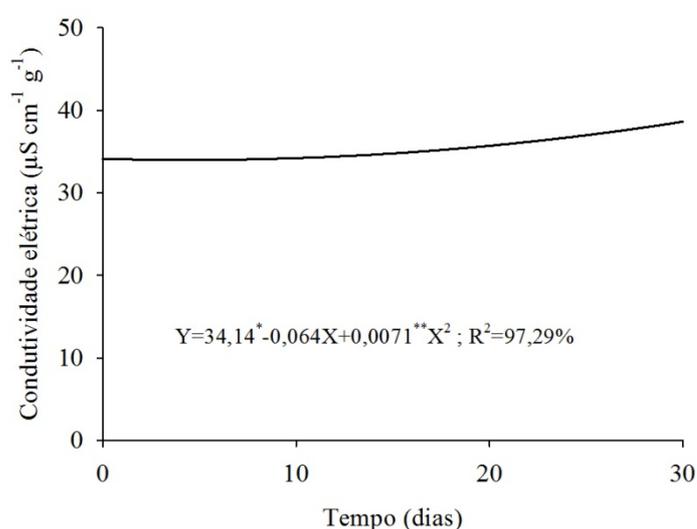


Figura 11 Condutividade elétrica de sementes de girassol avaliadas por quatro períodos de armazenamento.

Essa perda na qualidade das sementes também foi evidenciada pelas reduções na germinação, independente do substrato utilizado (Figura 5 e 7), com redução na porcentagem (Figura 8) e velocidade de emergência (Figura 9) e consequente aumento no tempo para obtenção de 50% de plântulas emergidas (Figura 10).

O aumento nos valores de condutividade elétrica implica na desorganização do sistema de membrana, recuperado pelo condicionamento

fisiológico das sementes no início do armazenamento, como revelado pelos reduzidos valores de condutividade elétrica, além de aumentos na germinação e emergência de plântulas.

Essa perda de qualidade observada para as sementes condicionadas durante o armazenamento, principalmente para sementes condicionadas com água, pode estar associada ao ataque de radicais livres na desestruturação do sistema de membranas, evidenciado pelo aumento na condutividade elétrica das sementes, bem como ao ataque aos lipídios, principal constituinte químico das sementes de girassol (SMITH; BERJAK, 1995; SUNG; CHIU, 1995).

O combate aos danos causados por radicais livres aos constituintes químicos e ao sistema de membranas das sementes pode ser minimizado com a aplicação exógena ou estímulo à síntese endógena de compostos antioxidantes, como aplicação de ácidos orgânicos salicílico, ascórbico e cítrico (MCCUE et al., 2000).

Além da capacidade antioxidante conferida ao ácido ascórbico como agente de condicionamento de sementes, esse composto também está envolvido em diferentes processos celulares, incluindo o da divisão celular, e como mencionado, à reestruturação de membranas, apresentando a vantagem de ser solúvel em água (DEGARA et al., 2003).

Resultados semelhantes aos encontrados para as sementes de girassol foram observados para sementes de *Lupinus albus* L., com melhoria na qualidade fisiológica das sementes, verificando-se também elevação na atividade mitótica de diferentes sistemas celulares (ARRIGONI et al., 1997).

Resultados semelhantes são descritos por Basra et al. (2006) para sementes de trigo, com relatos de que o condicionamento realizado com solução de ácido ascórbico melhora o desempenho das sementes tratadas com esse produto. Essa melhoria está associada à inibição parcial na ação e produção de

espécies reativas ao oxigênio atribuído ao efeito da aplicação exógena do ácido ascórbico e sua ação antioxidante (GADALLA, 2009).

Para sementes de girassol resultados semelhantes são confirmados por El-Saidy et al. (2011) e Wahid et al. (2008), os quais observaram que a aplicação exógena de ácido ascórbico, como agente condicionante, incrementou a germinação e o vigor das sementes, com melhoria na quantidade e qualidade do óleo nas sementes, produzidas a partir de sementes condicionadas.

Com base nos resultados, a aplicação exógena de ácido ascórbico mostra-se promissora para as sementes do híbrido Hélio 253, ressalta-se que novos experimentos devem ser realizados com a finalidade de se definir uma concentração ideal para o condicionamento das sementes, pois a concentração de 75 mg L^{-1} foi definida por El-Saidy et al. (2011) para as cultivares Giza 102 e Sakha 53. Vários fatores podem influenciar o condicionamento das sementes, entre eles as diferenças entre materiais genéticos, expressos por cada cultivar (SANCHES et al., 2001).

4.2.1 Considerações gerais

O condicionamento fisiológico das sementes de girassol do híbrido Hélio 253, em água e em solução de ácido ascórbico, favorece a qualidade inicial das sementes. Os efeitos benéficos podem ser detectados por até 10 dias após a aplicação dos tratamentos, como revelam os valores de primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação, índice de velocidade e tempo médio para obtenção de 50% de plântulas emergidas. Os tratamentos condicionantes foram capazes de reduzir os lixiviados das sementes, nas soluções de embebição, por meio da reestruturação dos sistemas de membranas, avaliado pelo teste de condutividade elétrica. O ácido ascórbico devido a sua característica antioxidante, mostra-se promissor como agente condicionante para sementes de girassol.

5 CONCLUSÕES

O condicionamento fisiológico realizado pelo hidrocondicionamento e pela solução de ácido ascórbico por um período de 36 horas favorece a qualidade fisiológica das sementes de girassol híbrido Hélio 253.

As soluções de PEG nas concentrações de -1,0 e -2,0 MPa por 36 horas não favorecem a qualidade das sementes de girassol híbrido Hélio 253.

O efeito benéfico do hidrocondicionamento na qualidade fisiológica das sementes de girassol híbrido Hélio 253 é mantido por 10 dias após o condicionamento.

O condicionamento com solução de ácido ascórbico afeta positivamente a qualidade das sementes de diferentes lotes de girassol do híbrido Hélio 253, com efeito favorável mantido por 20 dias após o condicionamento.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. A. S. **Sistemas de armazenamento e aplicabilidade do teste de condutividade elétrica em sementes de girassol**. 2010. 122 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

AHMADI, A. et al. Influence of osmo and hydropriming on seed germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under different moisture and temperature conditions. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Lahore, v. 10, n. 22, p. 4043-4049, Nov. 2007.

ARRIGONI, O. G. et al. Correlation between changes in cell ascorbate and growth of *Lupinus albus* seedlings. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 150, n. 6, p. 302-308, Nov./Dec. 1997.

BAILLY, C. et al. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 10, n. 1, p. 35-42, Mar. 2000.

_____. Free radical scavenging as effected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. **Physilogia Platarum**, Copenhagen, v. 104, n. 4, p. 646-652, Dec. 1998.

BAJEHBAJ, A. A. The effects of NaCl priming on salt tolerance in sunflower germination and seedling grown under salinity conditions. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 9, n. 12, p. 1764-1770, Mar. 2010.

BASRA, S. M. A. et al. Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, n. 3, p. 623-628, Oct. 2005.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BRACCINI, A. L. et al. 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, jun. 1999.

_____. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 10-15, 2001.

- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- BRAY, C. M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: M. Dekker, 1995. p. 767-789.
- CALDEIRA, C. M. **Testes rápidos para avaliação da qualidade de sementes de girassol**. 2010. 87 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- CARNEIRO, J. G. A. **Armazenamento de sementes florestais**. Curitiba: FUPEF, 1985. 35 p. (Série Técnica, 14).
- CARVALHO, L. F. et al. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 185-192, 2000.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CASEIRO, R. F. et al. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 32, n. 2, p. 365-375, 2004.
- CHIU, K. Y. et al. Effect of priming temperature on storability of primed *sh-2* sweet corn seed. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 6, p. 1996-2003, Oct. 2002.
- CHOJNOWSKI, M. et al. 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. 323-331, Dec. 1997.
- COOLBEAR, P. Mechanisms of seed deterioration. In: BASRA, A. S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products, 1995. p. 223-275.
- DALL'AGNOL, A. et al. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 1-12.
- DEGARA, L. et al. Redox regulation and storage processes during maturation in Kernels of *Triticum durum*. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, n. 1, p. 249-258, Jan. 2003.

DESAI, B. B. et al. **Seeds handbook**. New York: M. Decker, 1997. 627 p.

EL-SAIDY, A. E. A. et al. Evaluation of different seed priming on seedling growth, yield and quality components in two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. **Trends in Applied Sciences Research**, Berlin, v. 9, n. 6, p. 977-991, June 2011.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol: alguns comentários**. Brasília: MAPA/CONAB/SUGOF, 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/Semente-de-Girassol.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2011.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agriculture**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 30 nov. 2011.

FREITAS, R. A. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de algodão submetidas ao envelhecimento artificial. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 67-76, 2006.

_____. Testes fisiológicos e bioquímicos na estimativa do potencial de armazenamento de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 84-91, jan./mar. 2004.

GADALLA, S. F. The role of ascorbic acid and α -tocopherol in minimize of salt induce flag leaf senescence. **Journal of Agriculture Science**, Mansoura, v. 34, n. 11, p. 10645-10661, Nov. 2009.

GIÚDICE, M. P. et al. 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, abr./jun. 1998.

HEYDECKER, W. et al. Accelerated germination by osmotic seed treatment. **Nature**, London, v. 246, n. 5427, p. 42-44, 1973.

_____. Invigoration of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 3, n. 3, p. 881-888, 1975.

HUSSAIN, M. et al. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 8, n. 1, p. 14-18, 2006.

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.

KAUSAR, M. et al. Invigoration of low vigor sunflower hybrids by seed priming. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 11, n. 5, p. 521-528, 2009.

KAYA, M. D. et al. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **European Journal Agronomy**, London, v. 24, n. 4, p. 291-295, Aug. 2006.

KHAN, A. A. et al. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 83, p. 267-283, 1978.

_____. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Review**, Edinburgh, v. 13, n. 1, p. 131-181, Mar. 1992.

KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LEITE, R. M. B. C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2007. 641 p.

LINDSTRÖM, L. I. et al. Growth and development of sunflower fruits under shade during pre and early post-anthesis period. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 96, n. 1, p. 151-159, Mar. 2006.

LOPES, J. C. Influência da temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bertalha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 18-24, abr./jun. 2005.

LOPES, M. L. et al. Condicionamento fisiológico de sementes de cenoura e pimentão. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 17, n. 3, p. 296-302, 2011.

MACEDO, E. C. et al. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 454-461, abr./jun. 1998.

MAEDA, J. A. et al. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 35-44, 1987.

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

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

MCCUE, P. et al. A model for enhanced pea seedling vigour following low pH and salicylic acid treatments. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 35, n. 6, p. 603-613, Nov./Dec. 2000.

MCDONALD, M. B. Seed priming. In: BLACK, M.; BEWLEY, J. D. (Ed.). **Seed technology and its biological basis**. Sheffield: Sheffield Academic, 2000. p. 287-325.

MORADI, A.; YOUNESI, O. Effect of osmo and hydro-priming on seed parameters of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Amman, v. 3, n. 3, p. 1996-1700, July/Sept. 2009.

MWALE, S. S. et al. 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, Apr. 2003.

NASCIMENTO, W. M. Sementes de melão osmoticamente condicionadas: vale a pena utilizá-las? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 133-135, abr./jun. 2002.

NASCIMENTO, W. M.; ARAGÃO, F. A. S. Condicionamento osmótico de sementes de melão: absorção de água e germinação em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 153-157, jan./mar. 2002.

NERY, M. C. et al. Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 36-42, jul./ago. 2009.

NODARI, R. O. et al. Conservação de frutos e sementes de palmiteiro (*Euterpe edulis* Matius) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 1-10, jan./fev. 1998.

NOVEMBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. Estudos da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão deslindadas mecanicamente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 187-193, abr./jun. 1999.

OLIVEIRA, A. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) cultivar Nordeste, sob diferentes condições de armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: UFSE, 2006. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, L. M. **Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente.** 2004. 160 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

ORCHARD, T. J. Estimating the parameters of plant seedling emergence. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v. 5, n. 5, p. 61-69, 1977.

PACHECO, M. V. et al. Efeito de temperatura e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 359-367, maio/jun. 2006.

PESKE, F. B.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Condicionamento fisiológico de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 132-142, jul./ago. 2010.

REIS, R. G. E. et al. Physiological quality of osmoprimed eggplant seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 5, p. 526-532, set./out. 2012.

RODRIGUES, A. P. D. C. et al. Armazenamento de sementes de salsa osmocondicionadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 978-983, jun. 2011.

RONDANINI, D. P. et al. Estimation of physiological maturity in sunflower as a function of fruit water concentration. **European Journal of Agronomy**, London, v. 26, n. 3, p. 295-309, May 2007.

ROVERI-JOSÉ, S. C. B. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas de sementes de pimentão submetidas ao osmocondicionamento, utilizando diferentes agentes osmóticos e meios de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 217-223, mar./abr. 1999.

SANCHEZ, J. A. et al. Tratamientos pre germinativos de hidratacion-deshidratacion de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola. **Agronomia Costarricense**, San José, v. 25, n. 1, p. 67-92, 2001.

SILVA, M. N. **A cultura do girassol**. São Paulo: Jaboticabal, 1990. 67 p.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with lost of viability of stored desiccations tolerant and desiccations sensitive seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Basel-Hang Yong, 1995. p. 701-746.

SOARES, J. J. et al. **Mamona**. Campina Grande: EMBRAPA, 2001. 20 p. (Circular Técnica).

SUNG, J. M.; CHIU, C. C. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes of naturally aged soybean seed. **Plant Science**, Shannon, v. 110, n. 1, p. 45-52, 1995.

TORRES, M. et al. Ageing-induced changes in glutathione system of sunflower seeds. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 133, n. 2, p. 600-604, Feb. 1997.

VENKATASUBRAMANIAN, A.; UMARANI, R. Evaluation of seed priming methods to improve seed performance of tomato (*Lycopersicon esculentum*), egg plant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annum*). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 35, n. 2, p. 487-493, Apr. 2007.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

WAHID, A. et al. Priming induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus*) achenes improve germination and seedling growth. **Botanical Studies**, Minneapolis, v. 49, n. 4, p. 342-350, Oct. 2008.

WILSON, D. O.; MCDONALD, M. B. The lipid peroxidation model of seed aging. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, p. 269-300, 1986.