

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE GIRASSOL

Henrique Dallava Nunes

Engenheiro Agrônomo

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE GIRASSOL

Henrique Dallava Nunes

Orientador: Prof. Dr. Rogério de Andrade Coimbra

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Agronomia.

Junho de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

N972t Nunes, Henrique Dallava.

Testes de vigor em sementes de girassol / Henrique
Dallava Nunes. -- 2016
xii, 45 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Rogério de Andrade Coimbra.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato
Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Sinop, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Helianthus annuus L.. 2. armazenamento. 3. teste. 4.
germinação. 5. qualidade fisiológica. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Avenida Alexandre Ferronato, 1200 - Reserva 35/Distrito Industrial - Cep: 78557267 - Sinop/MT
Tel : (66) 3531-1663/ramal - Email : ppgasinop@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Testes de vigor em sementes de girassol."

Título sugerido e acatado:

AUTOR : Mestrando HENRIQUE DALLAVA NUNES

Dissertação defendida e aprovada em 11/05/2016,

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutora) Rogério de Andrade Coimbra
Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutora) Carlos Vinício Vieira
Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Doutora) Edlaen Ulisses Ramos Junior
Instituição: Empresa

SINOP, 11/05/2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Henrique Dallava Nunes, ateu, nasceu em 29 de maio de 1987 em São Paulo, SP. Em 2008 iniciou o Curso de Graduação em Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em Sinop-MT. Em fevereiro de 2012 se tornou monitor remunerado pela UFMT da disciplina Produção e Tecnologia de Sementes do sétimo período do curso, mesclando atividades teóricas (exposições teóricas no quadro) e práticas do Laboratório de Análise de Sementes da UFMT – Sinop. Defendeu trabalho de conclusão de curso em abril de 2013, com tema voltado ao desempenho agrônômico de variedades de girassol em função de diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio em cobertura. Em fevereiro de 2014 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, com ênfase em Fitotecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso, câmpus de Sinop. Obteve nota máxima na etapa da prova de inglês durante o processo seletivo do programa e nota elevada no exame do Toefl (517) quando já estava cursando o programa, ainda no primeiro ano.

No nível de Mestrado, esteve sob orientação do Professor Rogério de Andrade Coimbra. Submeteu-se à defesa de dissertação em 11 de maio de 2016.

“A única luta que se perde é aquela que se abandona.”

- Carlos Marighella, guerrilheiro

Ao meu pai Izaul Nunes.

À minha mãe Sônia Milene Dallava Nunes.

Aos meus irmãos Helena Dallava Nunes e Ivan Dallava Nunes.

*À minha sobrinha Gabriela Ortega Dallava e
minhas avós Carmen Ortega Dallava e Noemy
da Silva Nunes.*

*Ao povo brasileiro bem como seus movimentos
sociais progressistas e grupos historicamente
oprimidos.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, câmpus de Sinop, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia e ao Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, pela oportunidade que me foi dada para a realização do curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao meu pai, advogado Dr. Izaul Nunes, pelo incentivo aos estudos e pelo fomento básico inicial durante início do mestrado antes da oficialização da concessão de bolsa além do fomento final.

Ao orientador Prof. Dr. Rogério de Andrade Coimbra pela orientação, supervisão, estágio docência e sugestão dos itens a serem pesquisados, através de um pré-projeto, além da autorização para utilização de equipamentos de seu domínio no laboratório e a campo.

Aos colegas Ezequiel Giese e Calebe Medeiros pelos auxílios práticos durante as execuções da pesquisa .

Ao amigo na época mestrando, Eng. Agrônomo Msc. Roni Stern Boeno, pela irmandade, auxílios teóricos/práticos e transferência de sabedoria estatística, escrita científica e de Microsoft Excel de pós-graduação e auxílios em atividades práticas.

Aos membros da banca de defesa de dissertação Prof. Dr. Carlos Vinício Vieira, Dr. Pesquisador Edison Ulisses Ramos Junior da Embrapa Agrossilvipastoril bem como o Prof. Dr. Welington Gonzaga do Vale presente no exame de qualificação pela participação, sugestões e correções, indispensáveis na elaboração da versão final deste trabalho.

À equipe de profissionais atuantes no Hovet – Hospital Veterinário da Ufmt Sinop por permitir a realização das Análises de Raio X com auxílio do operador Alexandro.

Ao professor de Estatística da Ufmt Sinop Dr. Mauricio Couto pelo auxílio durante os procedimentos estatísticos.

À colega Msc. Caritaiana Puhl pela contribuição de Lotes de Sementes de híbrido de girassol alto oleico.

À equipe de docentes e estagiários atuantes no Almoxarifado no Laboratório de Química da Ufmt Sinop por permitirem a doação do reagente Cloreto de Potássio.

Aos meus pais, Izaul Nunes e Sônia Milene Dallava Nunes, pela educação, amizade, companheirismo, incentivo e pelo apoio durante toda minha vida acadêmica.

Aos meus irmãos Ivan Dallava Nunes e Helena Dallava Nunes, pela amizade, companheirismo, confiança, apoio e incentivo ao meu desenvolvimento profissional e minha sobrinha, pequena Gabriela Ortega Dallava pelo carinho e motivação pessoal.

Aos meus amigos Cleiton Junior de Oliveira, Dimitry Bulaty e Djovane Mikael Rempel pela amizade e ajuda.

Ao amigo e empresário Eng. Agrônomo Dr. Galileu Rupolo, pelo respaldo profissional e incentivo pessoal para cursar o mestrado.

Aos professores, coordenadores e secretarias envolvidos com o Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFMT Sinop pelas sugestões e motivações profissionais para se cursar adequadamente o curso de mestrado.

A todos profissionais envolvidos com o restaurante universitário da Ufmt Sinop por possibilitar alimentação em níveis econômicos e de boa qualidade durante os dois anos do curso.

À moradora de Sinop Armelinda por propiciar moradia nos dois anos de duração do curso.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O girassol (<i>Helianthus annus</i> L.), aspectos botânicos.....	3
2.2 Origem e projeção nacional da cultura do girassol.....	3
2.3. Características organolépticas e de cultivo	4
2.4. Características para adequado cultivo da espécie	5
2.5. Metodologia do teste de envelhecimento acelerado	6
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA ALTERNATIVA DE TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE GIRASSOL.....	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. Local de execução, aquisição e armazenamento das sementes	17
2.2. Determinação do teor de água e teste de germinação.....	17
2.3. Emergência de plântulas a campo e índice de velocidade de emergência	18
2.4. Teste de condutividade elétrica.....	18
2.5. Massa de 1000 sementes	19
2.6. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado	19

2.7. Análise das sementes não germinadas por Raio X.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
3.1. Resultados dos testes de caracterização e a campo	22
3.2. Plântulas normais e teor de água após o envelhecimento	26
3.3. Estado dos embriões após teste de Raio X.....	30
4. CONCLUSÕES	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DO PERICARPO E PERÍODOS DE EMBEBIÇÃO NA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES DE GIRASSOL	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT	34
1. INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 Teste de germinação.....	38
2.2. Condutividade elétrica.....	38
2.3 Primeira contagem de germinação e teor de água inicial.....	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
3.1. Condutividade elétrica.....	39
3.2. Germinação e primeira contagem	41
4. CONCLUSÕES	43
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE GIRASSOL

RESUMO - Para elevado rendimento agrícola da espécie girassol (*Helianthus annuus* L.), alguns cuidados com a cultura devem ser tomados, como a utilização de sementes de elevada qualidade fisiológica. A seleção de lotes feita com base em testes de vigor se faz cada vez mais necessária para situações como armazenamento e semeadura. Testes de vigor em sementes de espécies agrícolas foram desenvolvidos para atender diversas finalidades como: diferenciar lotes com porcentagens de germinação semelhantes, estratificar diferentes lotes em função do vigor, auxílio na comercialização de sementes e classificação de lotes de diferentes níveis de vigor de maneira proporcional ao comportamento das sementes expresso na emergência de plântulas, resistência ao transporte e potencial de armazenamento. As características mais demandadas em um teste de vigor são: simplicidade, baixo custo, rapidez e objetividade, além de ser reproduzível e possibilitar a comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas em diferentes laboratórios com dados emitidos a campo. Danos mecânicos na colheita, grau de maturidade das sementes, temperatura e umidade no armazenamento, tipos de embalagem das sementes, ataque de insetos pragas e incidência de doenças são fatores que afetam o vigor de um dado lote. Um lote com baixo potencial fisiológico pode desencadear alguns problemas no estabelecimento da população de plantas nas lavouras como: emergência de plântulas não uniforme, velocidade de germinação reduzida, maior susceptibilidade à patógenos e aumento da vulnerabilidade das plântulas a possíveis eventos climáticos. Dentre os métodos para avaliação do vigor de sementes estão os diferentes tipos de teste que variam entre bioquímicos, físicos e fisiológicos. O teste bioquímico de condutividade elétrica é rápido e econômico e avalia a integridade da membrana plasmática das células presentes nos tecidos da semente através da quantidade de solutos liberados em solução aquosa. Testes de resistência como o envelhecimento acelerado são essenciais no estudo do vigor das sementes porque analisam o comportamento germinativo dos lotes de sementes em função de prolongados períodos de temperatura e umidade elevadas simulando processo de envelhecimento natural. Testes físicos como o de Raio X também vêm sendo utilizados devido à sua praticidade e incapacidade de lesionar os tecidos das sementes, possibilitando posteriores ensaios de germinação.

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

VIGOR TESTS IN SUNFLOWER SEEDS

ABSTRACT - For high agricultural yield of sunflower species (*Helianthus annuus* L.), some crop care should be taken, such as the use of high physiological quality seeds. The selection of lots made based on vigor tests becomes increasingly necessary for situations such as storage and sowing. Vigor tests in agricultural seed species were developed to meet a variety of purposes such as differentiating lots with similar germination percentages, stratifying different lots due to vigor, in the marketing of seeds and classification of lots in different levels of vigor in proportion to the behavior of the seeds expressed in seedling emergence, resistance to transport and storage

potential. The most demanded features in a vigor test are: simplicity, low cost, speed and objectivity, and is replicable to allow comparison between results obtained by different analysts in different laboratories on data sent by the field. Mechanical damage at harvest, maturity of seeds, temperature and humidity at storage, types of seed bags, pest insects attack and disease incidences are factors that affect the vigor of a lot. A lot with low physiological quality may trigger some problems in establishing the population of plants in crops such as emergency nonuniform seedlings, reduced germination rate, increased susceptibility to pathogens and increased vulnerability of seedlings possible weather events. Among the methods for evaluation of seed vigor are different types of test ranging from biochemical, physical and biological. The biochemical test electrical conductivity is fast and economical and evaluates the integrity of the plasma membrane of cells present in the seed tissues through the amount of solutes released in aqueous solution. Resistance tests like accelerated aging are essential in the study of seed vigor because analyze the germination behavior of the seed lots due to prolonged periods of high heat and humidity simulating the natural aging process. Physical tests such as X-ray have also been used due to its practicality and inability to injure the tissues of seeds, enabling subsequent germination tests.

Key words. *Helianthus annuus* L., storage, test, germination, physiological quality.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) se constitui como opção na dinâmica de sucessão das grandes culturas, devido à sua potencialidade em diversos aspectos. Possui diversas finalidades comerciais e também incrementa a produção de soja e milho quando incluído alternadamente nessa sucessão, devido ao fato de auxiliar na quebra do ciclo de doenças e pragas que seriam mais severas nessas culturas sem que houvesse uma espécie alternativa na sucessão. Estudos sugerem que pode haver incrementos no rendimento de milho e soja respectivamente, em 25 e 15% em áreas com cultivo de girassol (BAHIA, 2008). Outros benefícios dessa espécie também são conferidos ao sistema produtivo como: aporte de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e enraizamento profundo no solo. O biodiesel proveniente do cultivo de girassol se constitui como uma atividade capaz de influenciar a diminuição de demanda por outros combustíveis menos sustentáveis além de geração de economia e benefícios sociais. O óleo de girassol possui alta qualidade nutricional e maior proporção de substâncias benéficas à saúde humana quando comparado ao óleo de soja, que é produzido em maior escala devido à cadeia produtiva já voltada para essa espécie. Mas para obtenção de produtividade em níveis adequados de girassol, é necessária uma série de cuidados especiais na lavoura que vão desde planejamento racional na densidade de semeadura e uso de sementes com elevado vigor e pureza até o fornecimento de boro em cobertura visando boa formação dos capítulos. A inclusão mais viável do girassol na sucessão é na safrinha, ou segunda safra.

Uma parte significativa da qualidade fisiológica das sementes de girassol está atrelada ao processo de armazenamento, que deve ser planejado racionalmente com o propósito de se retardar ao máximo possível o processo de deterioração. Os danos mecânicos na colheita são um dos principais causadores de redução da qualidade fisiológica das sementes. Quase 47 % da constituição da reserva de sementes de girassol é formada por lipídios, substâncias que conferem um tipo

específico de deterioração em sementes oleaginosas: a peroxidação lipídica somada ao estresse oxidativo. Em girassol, decréscimos de vigor no momento do envelhecimento acelerado estão relacionados à diminuição da atividade de enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase e catalases, facilitando assim o processo de peroxidação lipídica (TORRES et al., 1997).

Reduzidas temperaturas e umidade controlada, associado ao uso de embalagens adequadas no armazenamento tendem a afetar essa peroxidação e reduzir as taxas de deterioração mantendo ovigor em níveis adequados, fator primordial para adequada uniformidade, velocidade e sincronização na emergência de plântulas a campo.

O teste de envelhecimento acelerado ou deterioração controlada atua nessa dinâmica, pois causa maior intensidade de degradação lipídica e acúmulo de malondialdeído, substância que reduz a ação de substâncias com capacidades antioxidantes que reduzam a degradação de reservas, processos associados à elevada temperatura e umidade induzidas no interior da câmara. Deve se conhecer uma metodologia desse teste bem ajustada para geração de parâmetros confiáveis que se comparem com precisão ao comportamento das sementes do armazenamento e no processo de germinação a campo.

Dentre as alternativas existentes para a diferenciação e seleção de lotes pela qualidade fisiológica, a mais pertinente é se buscar resultados confiáveis emitidos por testes de vigor. Tais testes fornecem maior segurança no fornecimento de dados relativos ao potencial fisiológico, porém possuem metodologias alternativas e procedimentos alternativos ainda em fase de estudos e comparações nessa espécie.

Diante dessa complexidade na busca da fixação de metodologias alternativas de testes de vigor, o objetivo da presente pesquisa é estudar e comparar metodologias alternativas de período de envelhecimento e uso de soluções saturadas durante o envelhecimento acelerado, além de verificar o melhor período de embebição e situação da semente no teste de condutividade elétrica na avaliação de testes de vigor em sementes de girassol.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O girassol (*Helianthus annuus* L.), aspectos botânicos

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual, pertencente a ordem *Asterales* e família *Asteraceae*. O gênero deriva do grego *helios*, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor, ou "flor do sol", que gira seguindo o movimento do sol. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes (CAVASIN, 2001). Segundo Leite et al. (2007), o girassol possui a seguinte classificação botânica:

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Ordem: Asterales

Família: Asteraceae

Gênero: *Helianthus* L.

O girassol possui sistema radicular com raiz principal pivotante e inflorescência conhecido amplamente como capítulo. (GONÇALVES; TOMICH, 1999).

2.2 Origem e projeção nacional da cultura do girassol

O cultivo do girassol aumentou significativamente nos últimos anos especialmente devido à alta qualidade dos substratos contidos em seu óleo, que é destinado à alimentação humana e na produção de biodiesel. A cultura é provavelmente nativa da América do Norte, mas é amplamente cultivada em várias outras regiões do mundo. Atualmente, o girassol figura como quinta oleaginosa produzida no mundo juntamente à soja e canola. Os principais países envolvidos na produção são: Rússia, Ucrânia, Argentina, China e Índia, com provável área superior a 20 milhões de hectares. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2011). De maneira geral, até os últimos anos da década de 1970, o girassol não conseguiu se

estabelecer no Brasil como cultura expressiva, pois não conseguia competir com outras opções agrícolas mais atraentes, como o milho, a soja, o amendoim, o algodão, além do baixo nível tecnológico do seu cultivo (PELEGRINI, 1985). Recentemente, na safra 2016, as últimas estimativas de safra pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), apontaram uma área estimada cultivada no estado de Mato Grosso de 10,8 mil hectares, com produtividade média nesse estado em 1.793 quilogramas por hectare. Na safra de 2015, o girassol possuía área estimada cultivada em 86,4 mil hectares em Mato Grosso (CONAB, 2016). Em diversos países há interesses na demanda por utilização de óleos extraídos de espécies oleaginosas como material básico na produção de biodiesel, sendo um combustível alternativo ao combustível tradicional em motores compressão-ignição (diesel).

As vantagens da utilização deste produto são a toxidez menos intensa e alta capacidade de biodegradação. Também pode ser vantajoso para os agricultores de países em desenvolvimento porque podem utilizar biodiesel como combustível de tratores agrícolas (SOUMANOU; BORNSCHEUER, 2003). Em diversas áreas localizadas em estados como Goiás, São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Rio Grande do Sul há favorecimento ao cultivo desta oleaginosa para produção de biodiesel (CONAB, 2008).

2.3. Características organolépticas e de cultivo

O óleo de girassol destaca-se por suas excelentes características físico-químicas e nutricionais na alimentação humana e animal. Possui alta relação de ácidos graxos poliinsaturados/saturados (65,3%/11,6%, em média), sendo que o teor de poliinsaturados é constituído, em sua quase totalidade, pelo ácido linoleico (65%, em média). Este ácido é essencial ao desempenho das funções fisiológicas do organismo humano e deve ser ingerido através dos alimentos, já que não é sintetizado pelo organismo. Por essas características, é um dos óleos vegetais de melhor qualidade nutricional e organoléptica do mundo, na prevenção de diferentes

doenças cardiovasculares e no controle do nível de colesterol no sangue, dessa forma o girassol converteu-se no símbolo da vida sadia (DALL'AGNOL et al., 2005).

O girassol também possui uma boa capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (tais como baixa disponibilidade hídrica e frio), além de se constituir como uma ótima opção em rotação de culturas e sucessões, por proporcionar fornecimento matéria orgânica e resíduos com elevada relação C/N (carbono:nitrogênio), além de boa capacidade enraizamento e ciclagem de nutrientes. Outros fatores muito associados ao desempenho produtivo dessa cultura são: densidade e época de semeadura, manejo integrado de pragas e controle de doenças, fornecimento de macronutrientes e micronutrientes (com ênfase no boro), época de semeadura, espaçamento entre fileiras, mecanização e tamanho dos capítulos. No Mato Grosso a espécie é semeada após a colheita da soja cultivada na época de “safra”, acompanhando o período da “safrinha” ou “segunda safra” que geralmente é iniciado nos meses de fevereiro, época coincidente com o cultivo do milho safrinha. O rendimento médio brasileiro está por volta de 1.500 kg ha⁻¹, porém em lavouras mais tecnificadas pode-se alcançar produtividades mais elevadas.

2.4. Características para adequado cultivo da espécie

O rendimento das culturas é diretamente afetado pelo potencial fisiológico das sementes, sendo este atuante na porcentagem de emergência de plântulas e velocidade de emergência, assim como no estabelecimento da população de plantas, especialmente em situações desfavoráveis à germinação (ELLIS, 1992). O uso de sementes de vigor reduzido influenciou negativamente a emergência de plântulas de girassol (Albuquerque; Carvalho, (2003)), aveia preta (Schuch et al. (2000)) e arroz (Höfs et al. (2004)) ainda que a produção não foi avaliada.

Para adequada produtividade de girassol há de se utilizar sementes de alta qualidade e potencial fisiológico (ABREU et al., 2013). O conhecimento do nível de qualidade das sementes antes da realização da semeadura é primordial para se buscar redução de custos na lavoura (SCHEEREN et al., 2010).

O teste de germinação é comumente usado para determinação de qualidade fisiológica de sementes de espécies agrícolas em condições controladas (MARCOS FILHO et al., 1999). Porém somente este teste não é capaz de estabelecer uma comparação bem definida com o desempenho de germinação em condições adversas tipicamente encontradas no campo como variação de temperatura, excesso ou deficiência de água e presença de microrganismos, geralmente superestimando a qualidade das sementes (RODO et al., 2000). Daí a necessidade de se recorrer a testes de vigor de sementes.

Sementes de reduzido vigor tendem a resultar em menor uniformidade na velocidade de emergência de plântulas a campo uma vez que a água acumulada no processo de absorção acaba sendo direcionada ao reparo de tecidos danificados e demanda-se mais tempo para a restauração de organelas, antes do início do crescimento do eixo embrionário (VILLIERS, 1973).

A ocorrência de veranicos e consequente menor fornecimento de água nos solo ocasiona redução na emergência de plântulas e dessincronização (BARROS et al., 2009). A oferta de água adequada para a germinação dos aquênios de girassol oscila de 0,5 a 0,7 mm de água a cada dia, com temperatura entre 6°C e 23°C (CASTRO; FARIAS, 2005).

2.5. Metodologia do teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado é classificado com um teste de estresse e sua metodologia tem sido constantemente ajustada desde seu desenvolvimento em 1965 por Delouche (DELOUCHE, 1965). A finalidade do teste desde sua criação foi avaliar o vigor das sementes, buscando-se identificar a capacidade de armazenamento (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Sementes de menor qualidade são deterioradas em maior velocidade quando comparadas com as de maior qualidade (JIANHUA; McDONALD, 1996). Este teste é atualmente utilizado em programas de controle de qualidade de sementes por empresas produtoras por demonstrar adequadas correlações com a emergência de plântulas em campo e armazenamento de diferentes espécies de grandes culturas.

(COSTA, et al., 1984; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001; MARTINS et al., 2002; TORRES, 2002; DIAS et al., 2003).

A metodologia de envelhecimento acelerado com uso de caixa plástica ou “mini-câmara gerbox” foi desenvolvida visando a correção de erros observados em metodologias antigas (McDONALD; PHANEENDRANATH, 1978). A caixa plástica foi dimensionada em 11 x 11 x 3,5 cm e possui uma tela inoxidável posicionada em seu interior, cujas sementes são distribuídas, sendo o conjunto levado a um equipamento germinador, incubador ou estufa com temperatura ajustada em período recomendado de acordo com a espécie estudada, propiciando mais uniformidade e resultados eficientes (FANAN et al., 2006).

Zelener et al. (1990) verificaram que os mais adequados resultados de testes de envelhecimento acelerado em aquênios de girassol ocorreram com 42 ° C em períodos de 72 e 96 horas. De acordo com Mello e Tillmann (1987), há variação de resultados com relação à padronização de alguns itens referentes ao teste de envelhecimento acelerado, com ênfase nos seguintes: umidade inicial das sementes, cultivar e/ou variedade, período de exposição e temperatura utilizada. Uma das soluções para esta problemática é o procedimento de padronização do teor de água inicial das sementes. A padronização poderá ocorrer tanto por adição como por redução do teor de água.

De acordo com o teor de água inicial dos aquênios, a deterioração simulada pode ser mais ou menos intensa, geralmente em sementes com teor de água mais alto o processo de deterioração é mais intenso (MARCOS FILHO; VINHA, 1980; LEMOS et al., 1999). Devido a este fato há a recomendação de que as sementes apresentem de 11 a 15% de água para a realização do teste, com variação máxima de 2% entre as amostras. (MARCOS FILHO, 1999).

No feijoeiro, verificou-se que após o envelhecimento acelerado os lotes com teor de água inicial entre 8 e 10% demonstraram comportamentos semelhantes à medida que as sementes envelhecidas com 12% de teor de água mostraram resultado inferior às amostras com 8% (SCAPPA NETO et al., 2001). Em contrapartida, um dos indicadores com maior importância na uniformidade das condições do teste de envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes ao final do teste. Oscilações entre 3 e 4% entre as repetições são toleráveis (MARCOS FILHO, 1999).

Diante desse fato, algumas metodologias propõem a minimização das diferenças de hidratação das sementes expostas a ambientes úmidos, que podem causar significativas variações no teor de água (TORRES, 2002).

Jianhua e McDonald (1996) propuseram a substituição de somente água destilada por soluções saturadas na condução do teste de envelhecimento acelerado por propiciarem a redução da umidade relativa no ambiente interno das caixas plásticas (KCl-87% de UR, NaCl-76% de UR e NaBr-55%UR), causando efeito de menor velocidade de hidratação das sementes durante a simulação de envelhecimento acelerado e menor teor de água ao final do teste, com maior eficiência na avaliação do vigor (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001; TORRES, 2005). Em sementes da espécie brócolis, o uso de solução saturada NaCl pode propiciar teor de água mais reduzido e maior uniformidade após os testes de envelhecimento, evidenciando vantagens no uso desse processo em relação a somente água destilada, fato que ocasiona menor deterioração e resultados menos drásticos, com maior uniformidade e com correlação adequada com os resultados de emergência de plântulas em substrato (MARTINS et al., 2002; FESSEL et al., 2003).

Estudos realizados em lotes de sementes de pimentão e maxixe também apontaram maior consistência no teste de envelhecimento acelerado quando realizado com uso de soluções saturadas de NaCl (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998; TORRES; MARCOS FILHO, 2001).

Em contrapartida, estudos com as espécies oléricas cenoura e brócolis apontaram que uso de sais (NaCl e KCl) não apresentaram resultados eficientes comparados ao uso de somente água (RIBEIRO; CARVALHO, 2001).

O uso de soluções saturadas ainda pode inibir a manifestação de alguns microrganismos, causando resultados superiores aos observados no teste de germinação (MARCOS FILHO et al., 1994). McDonald et al. (1993), constataram efeito positivo do tratamento de fungicida em sementes de soja infestadas com *Aspergillus niger* e *Aspergillus glaucus*, aumentando a germinação após o envelhecimento acelerado.

Nesse contexto o teste de envelhecimento acelerado com soluções salinas vem sendo usado como alternativa por causar menor umidade relativa em relação aos métodos tradicionais (somente água), desfavorecendo e impedindo a presença de

microrganismos, fato que minimiza os efeitos de patógenos associados à semente (JIANHUA; McDONALD, 1996).

Assim, o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal vem sendo utilizado como alternativa por possibilitar a obtenção de valores de umidade relativa em níveis menores do que os observados no envelhecimento acelerado tradicional (com água), impedindo o crescimento de microrganismos e minimizando os efeitos de patógenos associados às sementes (JIANHUA; McDONALD, 1996).

Para grande parte das espécies olerícolas o teste de envelhecimento com uso de somente água destilada pode apresentar limitações devido às sementes dessas espécies se deteriorarem e embeberem mais rapidamente, impedindo a obtenção de dados mais confiáveis (TORRES; MARCOS FILHO, 2001). Por isso, o uso de soluções salinas no teste de envelhecimento acelerado pode ser uma alternativa eficiente na determinação do vigor de sementes de girassol.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.A. de S., CARVALHO M.L.M., PINTO C.A.G., KATAOKA Y., SILVA T.T.A. Deterioration of sunflower seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n.2, p 240-247, 2013.

BAHIA. Bahibio: programa estadual de bioenergia. **Salvador**. 2008. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/bahiabio.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BARROS C. S., ROSSETTOLL C. A. V. Condicionamento fisiológico de aquênios de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1667-1675, 2009.

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

CAVASIN, J.; PAULO C. **A cultura do girassol**. São Paulo, 2001, p. 61-84.

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

CONAB. **Girassol: conjuntura mensal, março de 2016.** Brasília Companhia Nacional de Desenvolvimento. 30, 2016.

COSTA, N. P.; PEREIRA, L. A. G.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; BARRETO, J. N.; PRADERI, J. E. V.; Padronização do teste de envelhecimento precoce. **EMBRAPA-CNPso**. Resultados de pesquisa de soja 1983/84. 1984 p.119-120.

DALL'AGNOL, A; VIEIRA, O. V.; CAMPOS LEITE, R. M. V. B. de Origem e Historia do girassol. In: LEITE, R. V. B. de C; BRIGHENTI, A. M; CASTRO, C. Girassol no Brasil. **Embrapa Soja**. Londrina, PR. 2005.

DELOUCHE, J. C. An accelerated aging techniques for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue lots. **Agronomy Abstracts**, p.40, 1965.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zurich. v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C.; TOKUHISA, D. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de sementes de pimenta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Curitiba. Resumos... Londrina: ABRATES p.272. 2003.

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

FANAN, S.; MEDINA, P. F.; LIMA, T. C.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.152-158, 2006.

FESSEL, S .A.; MENDONCA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Effect of chemical treatment on corn seeds conservation during storage. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.25- 28, 2003.

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

GONÇALVES, L. C.; TOMICH, T. R. Utilização do girassol como silagem para alimentação bovina. In: **Reunião nacional de pesquisa de girassol**, 13., 1999, Itumbiara. *Anais...*, Londrina: Embrapa Soja. p.21-30, 1999.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.2, p.55-62, 2004.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crop. **Seed Science and Technology**, Bassersdor, v.25, n.1, p.123-131, 1996.

LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A. M.; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B. Indicações para o cultivo do girassol nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Rorâima. Londrina: Embrapa Soja, (Comunicado Técnico 78.), 2007.

LEMO, L. B.; CARVALHO, M. V.; PANOBIANCO, M.; SADER, R.; FORNASIERI FILHO, D.; BANZATTO, D. A. Avaliação do vigor das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) através do teste de envelhecimento acelerado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA E FEIJÃO, 6, 1999. Salvador. Resumos...Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, p.521, 1999.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: CARVALHO, N. M.; VIEIRA, R. D. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.133-149, 1994.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.1.1-1.20, 1999.

MARCOS FILHO, J.; VINHA, J. L. Teor de umidade da semente, condições de armazenamento e comportamento da soja no teste de envelhecimento rápido. **O Solo**, Piracicaba, v.72, n.1, p.21-26, 1980.

MARTINS, C. C.; SENEME, A. M.; CASTRO, M. M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.96-101, 2002.

McDONALD, M. B.; GUPTA, I. J.; SCHMITTHENNER, A. F. Effect of storage fungi on seed vigour of soybean. **Seed Science and Technology**, v.21, n.3, p.581-591, 1993.

McDONALD, M. B.; PHANEENDRANATH, B. R. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, Lensing, v.3, n.1, p. 27-37, 1978.

MELLO, V. D. C.; TILLMANN, M. A. A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.93-101, 1987.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.306-310, 1998.

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

PELEGRINI, B. **Girassol: uma planta solar das Américas que conquistou o Mundo**. São Paulo. Editora Ícone, 117 p., 1985.

RIBEIRO, F. C.; CARVALHO, N. M. The saturated salt accelerated ageing (SSAA) method seems to act too leniently on carrot (*Daucus carota* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), and broccoli (*Brassica oleraceae*, var. *Italica*, Plenck) seeds germination. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 26., 2001, Angers. Abstrats: Angers: ISTA, p.41-42, 2001.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p. 289-292, 2000.

SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D.; VOLPE, C.A. Efeito do teor inicial de água das sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.747-751, 2001.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, p.35-41, 2010.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N; MAIA M. de S.; ROSENTHAL M. D. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.6, n.2, p.97-101, 2000.

SOUMANOU M. M.; BORNSCHEUER U. T. Improvement in lipase-catalyzed synthesis of fatty acid methyl esters from sunflower oil. **Technology 33** , p: 97–103, 2003.

TORRES, M.; DE PAULA, M.; PÉREZ OTAOLA, M.; DARDER, M.; FRUTOS, G.; MARTINEZ HONDUVILLA, C. Ageing-induced changes in glutathione system of sunflower seeds. **Plant Physiology**, v.133, n.2, p.600-604, 1997.

TORRES, S.B. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão. 2002. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade São Paulo, Piracicaba, 2002.

TORRES, S.B. Envelhecimento acelerado em sementes de pepino com e sem solução salina saturada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.303-306, 2005.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes, Londrina**, v.23, n.2, p.108- 112, 2001.

VILLIERS, T.A. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. London: The Pennsylvania State University Press, p.265-288, 1973.

ZELENER, N.; CRAVIOTTO, R.M.; DURET, G.; CAPRIGLIONI, C. Prueba de invecimiento acelerado em girasol (*Helianthus annuus* L.) e interpretación de sus resultados. In: **Seminario Panamericano de Semillas**, 13.,1990, Guatemala. Acta.. Guatemala: FELAS, 1990. n.p..

Capítulo 2 – Metodologia alternativa de teste de envelhecimento acelerado em sementes de girassol

RESUMO - O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie cultivada com área em expansão devido a diversos benefícios agrônômicos propiciados além de resistência à seca e o frio. Para bom rendimento da cultura e armazenamento é indispensável a utilização de sementes com elevado vigor, não somente alta germinação. Com o objetivo de verificar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado e suas metodologias alternativas, na avaliação da qualidade de aquênios de quatro lotes comerciais de híbridos de girassol foram realizadas as seguintes avaliações: teste de envelhecimento acelerado na temperatura de 42°C em água destilada (100% de umidade relativa), solução saturada de cloreto de potássio (87% de umidade relativa) e solução de cloreto de sódio (76 % de umidade relativa), avaliando-se três períodos de exposição (48, 72 e 96 horas), teor de água, germinação, primeira contagem, condutividade elétrica emergência de plântulas a campo e índice de velocidade de emergência de plântulas. Após os testes de envelhecimento as sementes não germinadas foram encaminhadas para análise de vigor por Raio X. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado (DIC), com comparações de médias feitas através do teste Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados permitiram concluir que os testes de envelhecimento acelerado por 72 e 96 horas com solução salina de cloreto de potássio e por 72 e 96 horas com solução salina de cloreto de sódio, avaliados em conjunto com os testes de índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas a campo mostram-se promissores na avaliação da qualidade das sementes de girassol.

Palavras chave. *Helianthus annuus* L., vigor, sementes, exposição, solução.

Abstract - The sunflower (*Helianthus annuus* L.) is a specie cultivated with expanding area due to several agronomic benefits provided as well as resistance to drought and cold. For good crop yield and storage is essential to use seeds with high vigor, not only high germination. Aiming to verify the efficacy of the aging test and its alternatives methodologies in assessing the quality of seeds fom four commercial sunflower hybrid plots were allocated to the following ratings: accelerated aging test at 42°C in distilled water (100% relative umidity inside the gerbox), saturated solution of potassium chloride (87% relative umidity) and sodium chloride (76% relative umidity), evaluating three periods of exposure (48, 72 and 96 hours), water content, first countdown, germination, electrical conductivity, seedling emergence in the field and seedling emergence speed index. After the accelerated, the non-germinated seeds was moved for X Ray test. The experimental design was fully randomized (FRD), with means comparisons by the Tukey test at 5% probability. The results showed that tests of aging test for 72 and 96 hours with saline solution of potassium chloride and 72 and 96 hours with saline solution of sodium chloride, evaluated together with the emergence speed index and seedling emergence at field show promise in assessing the quality of sunflower seeds.

Key words. *Helianthus annuus* L., vigor, seed, exposure, solution.

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) destaca-se como uma das principais oleaginosas cultivadas no mundo. O cultivo desta espécie vem se destacando em função da busca por novas opções de sucessão e devido à demanda das indústrias para produção de óleo de melhor qualidade, além da resistência à baixa disponibilidade hídrica e ao frio. Alguns produtos derivados tais como cascas e tortas contêm de 45 a 50% de proteína bruta (UCHÔA et al., 2011).

Para a aquisição e adequada classificação, as sementes de espécies agrícolas, como o girassol, devem possuir uma porcentagem mínima de germinação em 75% (BRASIL, 2005).

O teste de germinação é comumente utilizado para se avaliar a qualidade fisiológica de sementes, mas fornece informações sobre a germinação potencial de um lote somente em condições ótimas de ambiente (MARCOS FILHO, 1999). No campo as sementes podem estar expostas às adversidades tais como: variação de temperatura e umidade relativa, interação com microrganismos e excesso ou deficiência hídrica, resultando na ausência de uma comparação adequada com as porcentagens emitidas somente pelo teste de germinação que leva a uma superestimativa da qualidade dos lotes, por isso a necessidade por testes de vigor que se estabeleçam correlações mais eficientes e seguras entre as ocorrências em laboratórios e a campo (RODO et al., 2000).

A determinação e avaliação de vigor das mais variadas sementes é item primordial em programas de controle de qualidade adotados pela indústria de sementes. Testes de vigor têm sido melhorados e ajustados às sementes de diversas espécies, para geração de resultados consistentes e reproduzíveis.

Certos testes são inspirados no comportamento das sementes às condições de estresse, como o teste de frio, deterioração controlada e envelhecimento acelerado. O teste de envelhecimento acelerado se fundamenta na deterioração dos aquênios a umidade relativa e temperaturas elevadas, demonstrando eficiência na seleção de lotes de aquênios com maior emergência de plântulas a campo e capacidade de armazenamento (DELOUCHE, 1965). Trata-se de um teste que além de estabelecer comparações mais seguras entre eventos no campo e laboratório,

também contribui para elucidação de problemas no controle de qualidade das sementes durante o armazenamento.

Experiências de ajustes nas metodologias empregadas no envelhecimento acelerado têm sido ajustadas, regulando-se diferentes períodos de exposição das sementes ao estresse e temperaturas. Adamo et al., (1984) verificaram que o teste ajustado em 42°C, por 48 horas foi adequado para a avaliação do vigor desta espécie. Já Zelener et al., (1990) apontaram que os períodos ideais são 72 e 96 horas regulados a 42 ° C para obtenção de correlação positiva com o índice de emergência de plântulas a campo. Em sementes de soja e amendoim, Marcos Filho et al., (2000) e Rossetto et al., (2004) apontaram que o uso de soluções salinas saturadas atuantes no controle da umidade relativa do interior das caixas resultou em maior eficiência na avaliação do potencial fisiológico das sementes.

Metodologias de alteração da umidade relativa interior das caixas através da adição de soluções saturadas vêm sendo discutidas, pois se permite um maior controle no processo de hidratação dos aquênios, tornando este mais lento, além da adequação da velocidade e intensidade de deterioração dos mesmos, além de desfavorecer a presença de microrganismos.

Esta metodologia de uso soluções salinas saturadas, denominada “teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções saturadas de sal”, foi proposta inicialmente no ano de 1996, trabalhando-se com sementes de *Impatiens walleriana* Hook., quando verificou-se eficiência da solução salina no controle de absorção de água pelas sementes e na avaliação do vigor. Dependendo da solução utilizada, são obtidos níveis específicos de umidade relativa do ar, como, por exemplo, 87% de umidade com uso de cloreto de potássio, 76% com cloreto de sódio e 55 % com brometo de sódio aliado a um processo mais controlado de absorção de água pelas sementes (JIANHUA; McDONALD, 1996). Portanto, para algumas espécies, os testes com utilização de soluções salinas saturadas têm apontado maior eficiência na detecção de diferenças de potencial entre diferentes lotes quando comparados aos que somente utilizam água destilada. Procedimentos eficazes e simplificados capazes de fornecer informações precisas a respeito do vigor são demandados em sistemas de controle de qualidade para melhorias no sistema produtivo. A utilização de técnicas como raios X, que é indicada pela ISTA (International Seed Testing

Association, 2004), é importante para um grande número de espécies, não prejudicial (destrutiva), e de simples e rápida execução, identifica possíveis danos internos no eixo embrionário e seleciona lotes de melhor qualidade. Ainda que o Raio X pode ser danoso às sementes, o controle de radiação, em reduzidas doses, não danifica a maioria das espécies (CARVALHO; OLIVEIRA, 2006). Desse modo, o presente estudo foi conduzido com objetivo de verificar a metodologia mais adequada (período de exposição e solução saturada) de teste de envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade de sementes de girassol.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de execução, aquisição e armazenamento das sementes

O experimento foi conduzido com 04 lotes de aquênios de girassol (híbridos de ciclo médio) comercial, alto oleicos, oriundos de empresas dos municípios de Sorriso e Primavera do Leste-Mato Grosso. As sementes foram produzidas em 2014 na segunda safra nos municípios de Sorriso e Primavera do Leste – MT. Cada lote comercial apresentava cerca de 1 kg (quilograma) de sementes. Os ensaios foram executados no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Mato Grosso – Câmpus Universitário de Sinop durante os meses de março, abril e maio do ano de 2015 e os ensaios a campo em outubro de 2015. Anteriormente à condução dos testes as sementes foram mantidas em sacos de papel em temperatura ajustada à 15°C, buscando-se evitar a deterioração das mesmas.

2.2. Determinação do teor de água e teste de germinação

Para a análise do teor de água inicial utilizou-se estufa regulada em $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, a umidade foi determinada através de equações de umidade de

base de peso úmido, utilizando-se duas subamostras de 25 aquênios acondicionados em cápsulas de aço, cada amostra antes e após a secagem tinha sua massa de aquênios (isolados e somados às massas das cápsulas) quantificada em balança de precisão juntamente à massa das cápsulas vazias de cada repetição (BRASIL, 2009).

O teste de germinação foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes por lote, em rolo de papel toalha (RP) previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato, com camada dupla posicionada abaixo dos aquênios e camada simples acima, em ambiente com temperatura de 25°C e ausência de luz artificial, determinando-se a porcentagem de plântulas normais, avaliadas no quarto e décimo dias após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

2.3. Emergência de plântulas a campo e índice de velocidade de emergência

Para o teste de emergência de plântulas a campo foram semeadas em 05 de outubro de 2015 quatro subamostras de 100 sementes por lote, em sulcos dotados de quatro metros de comprimento e três centímetros de profundidade. Estes foram espaçados 40 centímetros entre si.

A contagem das plântulas emergidas foi obtida através da soma das contagens diárias de plântulas normalmente emergidas do quarto dia após a semeadura (primeiro dia a ter emergência) até o décimo sexto dia (último dia a se verificado emergências, em 21 de outubro de 2015), tal separação ocorreu para posterior elaboração do índice de velocidade de emergência. Os resultados foram apresentados em porcentagem (PINTO, 2000). Durante a realização do teste foram realizadas irrigações diárias, conforme a necessidade da cultura. Efetuaram-se contagens diárias no período de 15 dias, com objetivo da obtenção da porcentagem de plântulas emergidas, associadas ao cálculo de índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962).

2.4. Teste de condutividade elétrica

Para o teste de condutividade elétrica utilizou-se na metodologia o sistema de massa, com quatro repetições de 50 aquênios por lote, com a massa determinada em balança com precisão de 0,01g e inseridas em copos plásticos com 75 ml de água destilada a 25°C por 24 horas (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Decorrido esse período a condutividade elétrica da solução foi determinada em condutivímetro digital e os valores médios foram calculados (razão entre a condutividade emitida pelo leitor e a massa de sementes de cada repetição) e expressos em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$.

2.5. Massa de 1000 sementes

A massa de 1000 sementes foi estimada através da coleta de 08 repetições de massa de 100 grãos pesadas em balança analítica. Para a obtenção das médias foram calculadas variância, coeficiente de variação e desvio padrão conforme metodologia proposta de regra de análise de sementes (BRASIL, 2009). O resultado foi expresso em gramas.

2.6. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado

Anteriormente à condução dos testes de envelhecimento acelerado foi realizado um procedimento de padronização do teor de água das sementes (adição por embebição) visando aumento no teor de água inicial. As sementes permaneceram em repouso num período de 24 horas nas caixas de plástico contendo 40 ml de água destilada, em ambiente climatizado a 25°C. O ganho de umidade resultou em média de 15 % de umidade inicial para os 4 lotes. A adição de umidade é uma técnica similar à empregada no teste de deterioração controlada, que incorpora melhor o controle do teor de água da semente e temperatura, durante o período de envelhecimento. Nesse teste, o teor de água inicial é igualado em todas as amostras, antes do início da deterioração. (HAMPTON; TEKRONY, 1995).

Tais testes têm emitido resultados com alta correlação com emergência de plântulas a campo em diversas espécies (MATTHEWS; POWELL, 1987).

Nas variações da metodologia do teste de envelhecimento acelerado foram estudadas três umidades relativas (UR) distintas: 100% UR obtida pelo uso de 40 ml de água destilada (MCDONALD; PHANEENDRANATH, 1978); 87% UR obtida utilizando-se 40 ml de solução saturada de cloreto de potássio (32g (gramas) KCl /100ml de água destilada) e 76% de UR obtida utilizando-se 40 ml de solução saturada de cloreto de sódio (40g NaCl /100ml de água destilada) (JIANHUA; MCDONALD, 1996). Também foram estudados três períodos de exposição das sementes a essas umidades: 48, 72 e 96 horas.

Assim, para cada tratamento e lote foram utilizados 250 aquênios, distribuídos em camada única sobre uma tela de aço inox, inserida em caixas plásticas (11 x 11 x 3,5 centímetros) próprias para o teste de envelhecimento acelerado (MCDONALD; PHANEENDRANATH, 1978). No fundo de cada caixa plástica foi adicionada água destilada (volume de 40 ml) ou solução saturada, dependendo da umidade relativa pretendida, e as caixas fechadas foram embaladas em sacos plásticos com 0,05 mm de espessura e mantidas a 42°C pelos períodos de exposição pré-estabelecidos (MARCOS FILHO, 1999). Após cada tratamento foi determinado o vigor das sementes, utilizando-se o mesmo procedimento do teste de germinação, mas com contagem apenas no quarto dia.

2.7. Análise das sementes não germinadas por Raio X

O teste de Raio X foi conduzido através do equipamento “ Philips - Compacto Plus 600 MA”, em intensidade reduzida e período de exposição elevado. As sementes não germinadas decorrentes de cada um dos 36 tratamentos após o envelhecimento acelerado foram posicionadas com o eixo embrionário apontado para baixo em folhas de cartolina dimensionadas em 11 x 11 cm em feixes de fita dupla face transparente. Cada folha era demarcada com um grampo metálico (para posterior identificação) no canto superior esquerdo.

As seguintes porcentagens foram avaliadas em função das seguintes classificações: embrião normal (N), embrião danificado (D) e embrião mal formado (M). A classificação para embrião normal consistia na observação de um embrião sem tecidos danificados (através de coloração branca uniforme) e que ocupava quase toda a área interna ao tegumento. A classificação para embrião danificado se dava através de constatações de manchas escuras (lesões) no eixo embrionário, ainda que esse ocupasse tamanho de área interna ao tegumento similar ao embrião normal. Já a classificação de semente mal formada era em função de um eixo embrionário de tamanho mais reduzido (sem qualquer parte de sua lateral tocando o tegumento) junto à área interna ao pericarpo.



Figura 1. Embrião em estado normal (A), estado danificado (B) e mal formado, de tamanho reduzido (C) Sinop, MT, 2016.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com 2 repetições para a determinação do teor de água das sementes, 8 repetições para o peso de 1000 sementes e 4 repetições para os demais parâmetros avaliados, segundo metodologia determinada pela Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As variáveis pesquisadas foram submetidas à análise através do programa de análise estatística desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2010).

Os parâmetros que apresentaram dados com valores nulos foram transformados em $(x + 0,5)^{(1/2)}$ (BARBIN, 2003). As médias foram comparadas pelo

teste Tukey a 5% de significância. As médias apresentadas nas tabelas referem-se aos dados originais.

Foram utilizadas as combinações entre três fatores: 4 x 3 x 3 (lotes x UR/soluções saturadas x períodos) totalizando 36 tratamentos em arranjo fatorial triplo.



Figura 2. Caixas plásticas apresentando as diferentes partes (A) e fechadas e embaladas (B), com aquênios de girassol, até serem colocadas na câmara para o envelhecimento acelerado. Sinop, MT, 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados dos testes de caracterização e a campo

A caracterização dos lotes foi determinada pela germinação das sementes, peso de 1000 sementes, teor de água inicial e condutividade elétrica, para posteriores comparações com os dados relativos aos ensaios a campo: o índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas a campo (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de água inicial das sementes (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), emergência de plântulas em campo (EP), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE) e peso de mil sementes (P 1000) de 04 lotes comerciais de sementes de girassol. Sinop, MT, 2016.

Lote	TA (%)	G (%)	PC (%)	EP (%)	CE ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)	IVE pl.dia ⁻¹	P 1000 (g)
L1	5,45 ab	95 a	80 a	41 a	117 a	7 b	81,80 a
L2	7,22 a	79 c	61 b	61 a	105 a	12 ab	82,00 a
L3	6,62 ab	89 b	66 b	67 a	85 a	13 a	78,90 b
L4	5,12 b	90 ab	75 ab	58 a	90 a	10 ab	47,09 c
CV (%)	7,2	2,54	7,51	11,72	8,78	13,28	2,84
DMS	1,79	5,85	13,84	27,63	37,41	5,93	0,28
Erro padrão	0,31	1,29	3,05	4,05	8,90	1,41	0,07

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

O teor de água inicial dos aquênios apresentou diferenças acima de 2 % entre os lotes e com porcentagens inferiores a 9,5 %, havendo a necessidade de um procedimento de padronização do teor de água antes do encaminhamento das amostras para teste de envelhecimento acelerado, buscando-se maior consistência nos resultados (MARCOS FILHO, 1999). O teor de água para os lotes 1 e 4 foram em média 5,3 %, enquanto o lote 2 e 3 demonstraram umidade superior: 7,2 e 6,62 % respectivamente.

O lote 1 embora tenha apresentado uma porcentagem elevada de plântulas normais no teste de germinação, demonstrou menor desempenho fisiológico a campo, enfatizando a importância dos testes de vigor e não somente de germinação para maior detalhamento da qualidade fisiológica dos lotes.

Na Tabela 1 verifica-se que os lotes de sementes apresentaram porcentagens de germinação estatisticamente diferentes entre si (sendo o lote 1 superior, lotes 3 e 4 intermediários e lote 2 inferior), havendo estratificação inicial, mas todos foram superiores a 75%, que é considerado o valor mínimo determinado para a comercialização de sementes de girassol no Brasil (BRASIL, 2005). Um dos objetivos do teste de envelhecimento acelerado é evidenciar possíveis diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes comerciais de sementes com germinação semelhante (MARCOS FILHO, 1999). Mesmo estatisticamente diferentes todos possuem aptidão mínima para que sejam classificados como

semente (75%), daí a importância de se buscar testes de vigor como o de envelhecimento acelerado, para se conhecer de maneira mais profunda (diante uma série de adversidades físicas e biológicas do campo e durante o armazenamento) o desempenho fisiológico de cada um, sem se inspirar somente em um teste de condições controladas tal como o de germinação. Os testes de emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência a campo demonstraram maior vigor dos lotes 2 e 3 em comparação ao lote 1.

No peso de 1000 sementes os lotes 1e 2 são mais densos que o 3 e o lote 4 especialmente, porém estes dois últimos não demonstraram qualquer inaptidão de vigor em decorrência de suas levezas (justificada pelo seu menor tamanho). No teste de condutividade elétrica não foram demonstradas diferenças significativas entre os 4 lotes.

No campo experimental durante os testes de índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas a campo, em 15 dias de duração, a temperatura média oscilou entre 24,5° C e 31° C, fato detalhado na Figura 3.

Segundo Khalifa et al. (2000), estudando a resposta da germinação de sementes de à variação de temperatura de diferentes híbridos de girassol verificou-se máxima germinação dentro do intervalo de temperatura de 15 a 25 ° C.

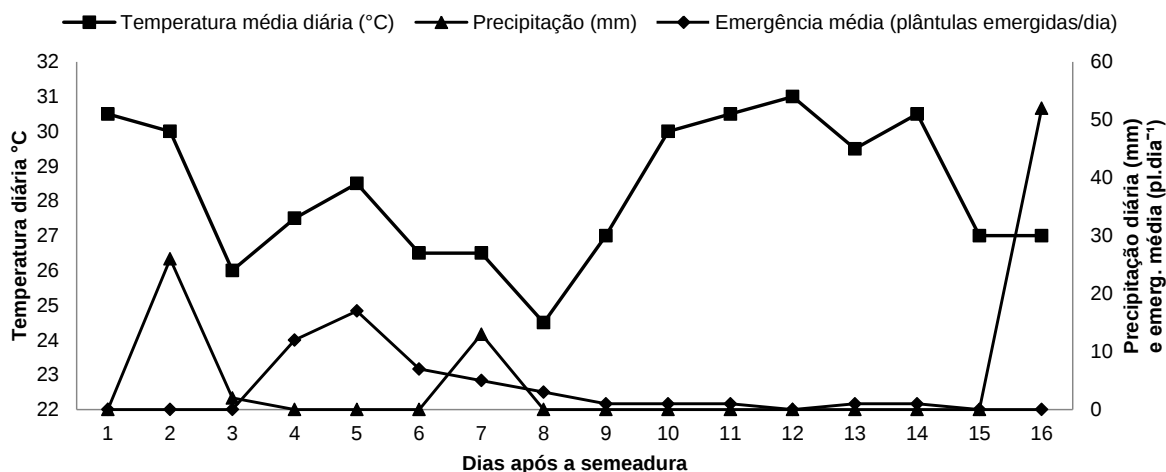


Figura 3. Dados meteorológicos contendo temperaturas médias diárias e precipitações diárias, além de índice de emergência de plântulas médio relativo aos quatro lotes durante os quinze dias de duração dos ensaios a campo. Sinop, MT, 2016.

No quadro a seguir são apresentadas as tabelas de análise de variância.

TABELA 2. Quadros de análise de variância de cada variável de caracterização dos lotes estudados, contendo GL – grau de liberdade, SQ – soma do quadrados, QM – quadrado médio, Fc – F Calculado, Pr>Fc – Teste F de probabilidade em relação ao F calculado, n.s quando não resultou em diferenças significativas. Sinop, MT, 2016.

diferença significativa: Simop, WRT, E210.					
Variável analisada: Teor de água TA (%)					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Lote	3	5,85	1,95	10,04	0,0247
Erro	4	0,77	0,19		
Total	7	6,62			
CV (%) 7,22		Média geral: 6,10		Nº de observações: 8	
Variável analisada: Germinação (G%)					
Lote	3	371,66	123,88	24,77	0,0002
Erro	8	40,00	5,00		
Total	11	411,66			
CV (%) 2,54		Média geral: 88,16		Nº de observações: 16	
Variável analisada: Primeira contagem (PC %)					
Lote	3	617,00	205,66	7,34	0,0110
Erro	8	224,00	28,00		
Total	11	841,00			
CV (%) 7,51		Média geral: 70,50		Nº de observações: 16	
Variável analisada: Emergência de plântulas a campo (EP %)					
Opção de transformação: (X + 0,5)^0,5					
Lote	3	7,10	2,36	3,06	0,0690 n.s.
Erro	12	9,26	0,77		
Total	15	16,36			
CV (%) 11,72		Média geral: 7,49		Nº de observações: 16	
Variável analisada: Condutividade elétrica (CE μS.cm ⁻¹ .g ⁻¹)					
Opção de transformação: (X + 0,5)^0,5					
Lote	3	6,37	2,12	2,80	0,0851 n.s.
Erro	12	9,09	0,75		
Total	15	15,47			
CV (%) 8,78		Média geral: 9,91		Nº de observações: 16	
Variável analisada: Índice veloc. de emerg. (IVE pl.dia ⁻¹)					
Opção de transformação: (X + 0,5)^0,5					
Lote	3	2,50	0,83	4,49	0,0247
Erro	12	2,23	0,18		
Total	15	4,73			
CV (%) 13,28		Média geral: 3,24		Nº de observações: 16	
Variável analisada: Massa de mil sementes (p1000 g)					
Lote	3	69,02	23,00	542,48	0,0000
Erro	28	1,18	0,04		
Total	31	70,20			
CV (%) 2,84		Média geral: 7,24		Nº de observações: 32	

3.2. Plântulas normais e teor de água após o envelhecimento

TABELA 3. Vigor avaliado pela porcentagem de plântulas normais (%) e teor de água inicial (%) após o teste de envelhecimento acelerado de quatro lotes de sementes de girassol padronizadas a 15% de umidade inicial, através de uso de água ou solução salina (KCl – cloreto de potássio H₂O – somente água destilada e NaCl – cloreto de sódio) e períodos de envelhecimento acelerado à temperatura de 42°C. Sinop, MT, 2016.

Porcentagens de plântulas normais em períodos de envelhecimento				
Solução	Lote	48h	72h	96h
		(%)	(%)	(%)
H ₂ O	1	70 A a	0 C b	52 B a
	2	79 A a	60 B a	47 C a
	3	0 B b	9 A b	12 A b
	4	72 A a	69 A a	23 B b
KCl	1	61 A b	64 A b	60 A bc
	2	74 A a	83 A a	78 A a
	3	62 A ab	62 A b	56 A c
	4	71 A ab	68 A b	70 A ab
NaCl	1	76 A ab	75 A a	65 A b
	2	86 A a	87 A a	86 A a
	3	80 A ab	80 A a	84 A a
	4	66 B b	84 A a	80 A a
CV(%)		11,04		
DMS Linha Interação - (Lote*Solução)*Período: 11,54				
DMS Coluna Interação - (Solução*Período)*Lote: 12,67			Erro padrão: 3,43	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna de cada solução e maiúscula na linha, não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Em relação ao sal utilizado nas soluções, ficou evidente a superioridade de porcentagens de plântulas normais (Tabela 3) nos tratamentos que continham cloreto de sódio e potássio. A intensidade da deterioração dos aquênios foi menos intensa, aliada à menor chance de ocorrência de microrganismos. Lote 1 e lote 3 às 72 e 48h de exposição respectivamente na solução H₂O demonstraram que as menores porcentagens (0%) devido queda no vigor à maior intensidade de processos de oxidação lipídica (deterioração), favorecidos pela maior umidade relativa devido à ausência de sais redutores de umidade relativa no ambiente interior das caixas. Aos resultados entre lotes com melhores porcentagens se deu no período de 72h e 96h com uso de substâncias cloreto de potássio e sódio (NaCl – cloreto de sódio e KCl – cloreto de potássio). Todos lotes apresentaram resultados

consistentes com o desempenho a campo, porém Lote 2 foi o que melhor desempenhou porcentagens de plântulas normais (atingiu os maiores valores) sem que houvesse qualquer nulidade de suas porcentagens. No teste de caracterização da germinação Lote 1 teve resultados superiores, porém no envelhecimento acelerado foi o que possui menores porcentagens de plântulas normais em comparação aos outros lotes, ressaltando a importância de não se basear apenas em testes de germinação para apontar determinados comportamentos a campo mas também buscando testes de vigor de dão um grau maior de detalhes de qualidade fisiológica de um lote. Na Tabela 4 é apresentado o quadro de análise de variância com suas respectivas interações no esquema fatorial, relativo à variável porcentagem de plântulas normais após o envelhecimento.

TABELA 4. Quadros de análise de variância da variável porcentagem de plântulas normais após o envelhecimento, contendo GL – grau de liberdade, SQ – soma do quadrados, QM – quadrado médio, Fc – F Calculado, Pr>Fc – Teste F de probabilidade em relação ao F calculado, n.s quando não resultou em diferenças significativas. P- período, L- Lote, S-Solução. Sinop, MT, 2016.

VARÍAVEL: Porcentagem de plântulas normais após envelhecimento (%)					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período	2	1174,05	587,02	12,44	0,0000
Solução	2	36376,88	18188,44	385,54	0,0000
Lote	3	13607,19	4535,73	96,15	0,0000
P*L	6	4063,05	677,17	14,35	0,0000
P*S	4	3916,77	979,19	20,75	0,0000
S*L	6	11709,55	1951,59	41,36	0,0000
P*S*L	12	10925,44	910,45	19,30	0,0000
Erro	108	5095	47,17		
Total	143	86867,97			
CV (%) 11,04		Média geral: 62,23		Nº de observações: 144	

Na tabela 5 são apresentados os dados referentes às porcentagens de teor de água após o envelhecimento.

TABELA 5. Teor de água (%) após o teste de envelhecimento acelerado de quatro lotes de sementes de girassol padronizadas, através de uso de água ou solução salina (KCl – cloreto de potássio H₂O – somente água destilada e NaCl – cloreto de sódio) e períodos de envelhecimento acelerado à temperatura de 42°C. (TA % - teor de água inicial e U % - umidade inicial padronizada antes do envelhecimento). Sinop, MT, 2016.

padronizada antes do envelhecimento); Sinep, 1991, 2010.						
Solução	Teor de água antes			Após o envelhecimento		
	Lote	TA (%)	U (%)	48h (%)	72h (%)	96h (%)
H ₂ O	1	5,45	14,95	25,6 A a	17,0 B a	17,5 B bc
	2	7,22	15,57	21,5 A b	18,8 A a	19,7 A ab
	3	6,62	15,62	17,0 A c	13,1 B b	16,2 A c
	4	5,12	15,51	23,8 A ab	19,9 B a	20,8 B a
KCl	1	5,45	14,95	10,1 A a	10,1 A a	8,8 A a
	2	7,22	15,57	10,1 A a	9,1 A a	9,9 A a
	3	6,62	15,62	9,8 A a	7,7 A b	9,8 A a
	4	5,12	15,51	10,0 A a	9,7 A a	9,2 A a
NaCl	1	5,45	14,95	8,4 A a	6,9 A a	8,1 A a
	2	7,22	15,57	8,0 A a	7,4 A a	7,5 A a
	3	6,62	15,62	7,6 A a	7,5 A a	7,5 A a
	4	5,12	15,51	7,5 A a	9,6 A a	7,2 A a
CV (%)		9,12				
DMS Linha Interação - (Lote*Solução)*Período: 2,85						
DMS Coluna Interação - (Solução*Período)*Lote: 3,14					Erro padrão: 0,82	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna de cada solução e maiúscula na linha, não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Com relação ao teor de água após o envelhecimento, a presença de soluções saturadas promoveu um processo de hidratação mais controlado, entre 72 e 96h, (Tabela 5), especialmente com uso de cloreto de sódio (NaCl), seguido do cloreto de potássio (KCl). O teor de água das sementes decorridas 48h nos tratamentos com sais foi inferior aos valores de entrada dos aquênios no teste (padronizados em 15 %) devido à volatilização e consequente redução da porcentagem de umidade relativa no ambiente com sais. A presença de soluções saturadas contribuiu para menor umidade relativa no ambiente das caixas e consequente redução nos processos de degradação lipídica e acúmulo de água e radicais livres nos aquênios.

Nos tratamentos (Tabela 5) que continham apenas água destilada o teor de água atingiu elevados valores, próximos a 25 %, decorridas 48 horas de envelhecimento, acúmulo que se deve a um evento de disparo de processos catabólicos resultantes em liberação de dióxido de carbono e água, favorecidos mais intensamente pela maior umidade relativa no ambiente interno das caixas. Tal

umidade também é capaz de propiciar maior transferência de calor devido à maior presença de moléculas de água para os aquênios quando comparada aos outros ambientes internos com uso de sais, intensificando o efeito da temperatura elevada do germinador. A atividade de substâncias antioxidantes de perfil isoenzimático em sementes de girassol como superóxido dismutase, fosfatase ácida e peroxidase é reduzida diante de processos como o envelhecimento acelerado (BALESEVIC-TUBIC et al., 2005). A peroxidação lipídica é o fator principal causador de deteriorações em sementes de girassol no armazenamento, uma vez que a semente dessa espécie contém cerca de 47 % de lipídios em sua composição. A peroxidação lipídica causa alterações bioquímicas como alteração nos teores de malondialdeído, composto associado à degradação lipídica, quanto maior sua concentração devido à períodos longos períodos de armazenamento ou uso envelhecimento de acelerado, maior é a taxa de degradação de compostos lipídicos (REUZEAU; CAVALIE, 1995).

Outro processo de catabolismo mais atuante durante a deterioração é o ciclo de Krebs, que possui atividade da enzima malato desidrogenase na catálise de malato a oxaloacetato. No decorrer da deterioração a quantidade dessa enzima é maior, devido a maior taxa de respiração celular (SHATTERS et al., 1994).

Estudos constataram que a oxidação lipídica, devido à altas temperatura e umidades, favorece ao maior acúmulo de metabólitos prejudiciais à semente durante eventos como envelhecimento acelerado (STEWART; BEWLEY, 1980; BUCHVAROV; GRANTCHEFF, 1984). Do período de 48 horas até 72 horas houve queda significativa em três dos quatro lotes nos valores de teor de água, que voltou a ascender entre 72 e 96 horas.

Na Tabela 6 é apresentado o quadro de análise de variância com suas respectivas interações no esquema fatorial, relativo à variável teor de água após o envelhecimento.

TABELA 6. Quadros de análise de variância da teor de água após o envelhecimento, contendo GL – grau de liberdade, SQ – soma do quadrados, QM – quadrado médio, Fc – F Calculado, Pr>Fc – Teste F de probabilidade em relação ao F calculado, n.s quando não resultou em diferenças significativas. P- período, L- Lote, S-Solução. Sinop, MT, 2016.

VARÍAVEL: Porcentagem de plântulas normais após envelhecimento (%)					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período	2	30,96	15,48	11,35	0,0002
Solução	2	1652,29	826,14	605,92	0,0000
Lote	3	230,10	76,70	56,25	0,0000
P*L	6	272,52	45,42	33,31	0,0000
P*S	4	205,11	51,27	37,61	0,0000
S*L	6	171,70	28,61	20,98	0,0000
P*S*L	12	357,13	29,76	21,82	0,0000
Erro	36	49,08	1,36		
Total	71	86867,97			
CV (%) 9,12		Média geral: 12,08		Nº de observações: 72	

3.3. Estado dos embriões após teste de Raio X

No teste de Raio X foram verificadas as seguintes porcentagens conforme verificado na Tabela a seguir

Tabela 7. Porcentagens de estado de embriões normais (N), danificados (D) e mal formados (M), mensuradas através de teste de vigor Raio X. Sinop, MT, 2016.

Porcentagens de embriões em estado normal, danificado e mal formado (%)										
Solução	Lote	48h			72h			96h		
		N	D	M	N	D	M	N	D	M
H₂O	1	100	0	0	81	5	14	100	0	0
	2	100	0	0	100	0	0	91	4	5
	3	95	0	5	100	0	0	96	4	0
	4	75	25	0	50	0	50	88	8	4
KCl	1	100	0	0	87	13	0	86	14	0
	2	100	0	0	100	0	0	80	20	0
	3	100	0	0	95	5	0	96	4	0
	4	67	16	17	100	0	0	45	36	19
NaCl	1	100	0	0	100	0	0	83	17	0
	2	100	0	0	88	6	6	100	0	0
	3	100	0	0	100	0	0	80	20	0
	4	83	0	17	67	33	0	73	27	0

Verifica-se que as porcentagens de embriões danificados (Tabela 4) foram mais elevadas no período de 96 horas. O período de 72 horas apontou porcentagens de danificados numa faixa intermediária e o 48 h a menor proporção de danificados. A maior proporção de sementes com embrião danificado se deram nos lotes 2 e 4, cuja as amostras de sementes estavam com número elevado de sementes danificadas por possíveis danos mecânicos causados na colheita. A maior proporção de sementes com embrião mal formado se deu no lote 4. Em função dos períodos de envelhecimento, verificou-se maior número de sementes com embriões danificados no período de 96 horas.

4. CONCLUSÕES

Os testes avaliados de envelhecimento acelerado (72 e 96 horas com uso de cloreto de sódio, 72 e 96 horas com solução salina de cloreto de potássio) em conjunto com o teste de emergência de plântulas a campo sob a influência de temperaturas ideais, e índice de velocidade de emergência mostram-se promissores na avaliação da qualidade das sementes de girassol para fins de armazenamento e uso no campo.

A adição à metodologia de um procedimento padronizado de adequação do teor de água aos aquênios, através de embebição quando estes se encontravam com umidade inicial muito reduzida, antes da execução do envelhecimento aliado ao uso de sais resulta em elevadas porcentagens de plântulas normais, fato que promove maior consistência na determinação do vigor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMO, P. E.; SADER, R.; UNGARO, M. R. E. Comportamento germinativo de sementes de girassol submetidas ao teste de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, p. 15-20, 1984.

ALBUQUERQUE, M. C. de F.; MORO, F. V.; FAGIOLI, M.; RIBEIRO M. C. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, p. 1-8, 2001.

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

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agronômicos**. 208 p, 2003.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS. 395p, 2009.

BUCHVAROV, P.; GANTCHEFF, T. Influence of accelerated and natural aging on free radical levels in soybean seeds. **Physiology Plant**. v.60, p. 53-56, 1984.

DELOUCHE, J. C. An accelerated aging techniques for predicting storability of crimson clover and tal fescue lots. **Agronomy Abstracts**, p.40, 1965.

FERREIRA, D.F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.6. Lavras-MG: UFLA, 2010.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.N. Controlled deterioration test. In: **Handbook of vigour test methods**. Zürich: International Seed Testing Association, p.70-78, 1995.

KHALIFA, F. M.; SCHNEITER, A. A.; ELTAYEB, E. I. Temperature – Germination responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. **Helia**, v. 23, p. 97-104, 2000

MARCOS FILHO, J. 1999. Testes de vigor: Importância e utilização. Abrates, 1999. 1: 1.1-1.20.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P Tamanho das sementes e o teste de envelhecimento acelerado para soja. *Scientia Agricola* v.57, p: 473-482, 2000.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Controlled deterioration test. In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigour test methods** . 2.ed. Zürich: ISTA. p.49-56, 1987.

JIANHUA, Z.; MCDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crop. **Seed Science and Technology**, v.25, p. 123-131, 1996.

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

McDONALD, M. B.; PHANEENDRANATH, B. R. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, v.3, p. 27-37, 1978.

PINTO, N. F. J. A. Tratamento fungicida de sementes de milho contra fungos do solo e o controle de *Fusarium* associado às sementes. **Scientia Agricola**, v.57, p. 483-486, 2000.

REUZEAU C.; CAVALIE, G. Activities of free radical processing enzymes in dry sunflower seeds. **New Phytol**, v. 130, p. 59-66, 1995.

RODO, A. B., PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, v.57, p. 289-292, 2000.

ROSSETTO, C. A. V., LIMA, T. de M.; GUIMARÃES, E. da C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39, p. 795-801, 2004.

SHATTERS, R. G. J.; ABDELGHANY, A.; ELBAGOURY, O.; WEST, S. H. Soybean seed deterioration and response to priming: changes in specific enzyme activities in extracts from dry and germinating seeds. **Seed Science Research**, v.4, p. 33-41, 1994.

STEWART, R. R. C.; BEWLEY, J. D. 1980. Lipid peroxidation associated with accelerated ageing of soybean axes. **Plant Physiology**, v.65, p.245-248, 1980.

UCHÔA S. C. P., IVANOFF, M. E. de A., ALVES, J. M. A., SEDIYAMA, T.; MARTINS, S. A. Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção de cultivares de girassol, **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.8-15, 2011.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes, v.41, p.4-26, 1999.

ZELENER, N., CRAVIOTTO, R. M., DURET, G.; CAPRIGLIONI, C. Prueba de invecimiento acelerado en girasol (*Helianthus annuus* L.) e interpretación de sus resultados. **Seminario Panamericano de Semillas**. n.p., 1990.

Capítulo 3 – Influência do pericarpo e períodos de embebição na condutividade elétrica de sementes de girassol

RESUMO - Testes de condutividade elétrica se constituem como ótima opção da avaliação do vigor através do estado da integridade da membrana, por seu baixo custo e rapidez. O presente trabalho teve como objetivo avaliar testes de vigor (condutividade elétrica e primeira contagem) influenciados por diferentes períodos de embebição (18 e 24h) e presença de pericarpo. Foram testados 03 lotes comerciais de sementes de girassol providas e desprovidas de pericarpo. Os parâmetros determinados foram: condutividade elétrica, primeira contagem de germinação e germinação. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial triplo totalizando 12 tratamentos (3 lotes x 2 situações de tegumento x 2 períodos de repouso) com teste Tukey nas comparações de médias a 5% de probabilidade. Os resultados permitem concluir que a remoção do pericarpo não se faz necessária e um período de embebição inferior a 24 horas é admissível na avaliação do vigor de sementes de girassol.

Palavras-chave. *Helianthus annuus* L., condutividade, embebição, vigor

ABSTRACT - Electrical conductivity tests constitute as great assessment of the option of force by the state of membrane integrity, for its low cost and quickly. This study aimed to evaluate vigor tests (electrical conductivity and first count) influenced by different soaking periods (18 and 24) and the presence of pericarp. They tested 03 commercial lots of sunflower seeds provided and devoid of pericarp. The parameters determined were: electrical conductivity, first count of germination and germination. The design adopted was completely randomized (DIC) in triple factorial scheme totaling 12 treatments (3 lots x 2 situations integument x 2 rest periods) with Tukey test from comparison of means at 5% probability. The results indicate that the removal of the pericarp is not necessary and imbibing less than 24 hours is permissible in the evaluation of sunflower seed vigor

Key words. *Helianthus annuus* L., conductivity, imbibition, vigor

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie certamente oriunda da América do Norte, que produz razoavelmente bem em diferentes condições de solo e de clima. Constitui-se como uma ótima opção de cultura aos produtores brasileiros, porém a área cultivada ainda está abaixo do máximo potencial de exploração no território nacional. O desenvolvimento da cultura é diretamente relacionado com a porcentagem de plântulas normais emersas a campo decorrente de uma adequada semeadura, fator associado ao uso de sementes com qualidade fisiológica e pureza genética, capacidade de germinação e sanidade. A semeadura adequada representa apenas 12,94 % do custo total de produção do cultivo de girassol (RICHETTI, 2005). Os padrões mínimos para classificação e posterior classificação de sementes de girassol estão em 98 % de pureza e 75 % de germinação (BRASIL, 2005).

A porcentagem de germinação (G%) é definida como a capacidade de emergência de plântulas normais sob condições favoráveis em determinados períodos de tempo (BRASIL, 2009). No entanto, esta porcentagem (G%) pode ser afetada por alguns fatores externos irregulares a campo, como umidade do solo, disponibilidade de gases, presença de microrganismos e temperatura do solo e atmosfera. O fator interno “vigor” também influencia no número plântulas emersas. Devido a essa diversidade de fatores internos e externos atuantes no desempenho fisiológico das sementes, há a necessidade de se estabelecer comparações entre os testes de germinação e outros testes (de vigor), para determinação mais adequada do potencial fisiológico de um lote (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Processos que envolvem degradação de componentes de membranas celulares são a etapa inicial de um processo de deterioração de sementes. Diante desse fato os testes mais adequados para a verificação de diferenças de vigor entre lotes são os que analisam a estrutura destas membranas (DELOUCHE; BASKIN, 1973), evidenciando a deterioração das sementes em sua etapa inicial (VIEIRA, 1994). O teste de condutividade mostra-se indicada para tal procedimento, haja vista suas facilidades operacionais, rapidez, simples interpretação de resultados e o baixo custo. (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). É um teste classificado como bioquímico, por avaliar o

estado da integridade da membrana plasmática das células das sementes através da liberação de compostos das células das sementes para a solução aquosa em que se encontram. Isso é devido ao processo de degradação de membranas celulares se definir como uma das primeiras ocorrências durante a deterioração (Delouche; Baskin (1973)), portanto testes que apontam o estado da integridade da membrana como os mais sensíveis na medição do vigor. Nesse teste, quanto menor forem os valores, menor a quantidade de compostos exsudados maior é a integridade da membrana, portanto maior é vigor, estabelecendo assim uma relação inversamente proporcional entre vigor e valores de eletrocondutividade. Esse teste já avaliou diversas espécies agrícolas tais como: mamona (Souza et al. (2009)), café (Costa e Carvalho, (2006)), feijão (Krzyzanowski et al. (1999)) e amendoim (VANZOLINI; NAKAGAWA, 2005). Para a espécie girassol há maior demanda por estudos desse teste, haja vista que os resultados presentes em literatura ainda não demonstram eficiência na correlação com emergência de plântulas a campo (ALBUQUERQUE et al., 2001). O referido teste é embasado no conceito de que as membranas das células das sementes são as últimas a promover organização durante o amadurecimento, entretanto, são as primeiras a demonstrarem sinais de degradação na fase no qual as sementes chegam ao final da maturidade fisiológica (MARCOS FILHO et al., 2005). Quando há hidratação das sementes, ocorre exsudação de íons, além de açúcares e outros metabólitos assim que se inicia a embebição, devido às mudanças na integridade do sistema de membranas plasmáticas diante do nível de degradação das sementes (CARVALHO; NOVEMBRE, 2011).

O fruto do girassol, também denominado aquênio é formado pela semente e pericarpo (casca). A casca é dotada de três camadas: interna, média e externa. Já a semente é constituída por embrião, cotilédones e tegumento. Lesões em tecidos e impurezas em sementes presentes nas amostras podem causar elevação nos valores de compostos exsudados na solução, superestimando o valor da condutividade, relevando a importância de se ter cuidados especiais com esse tipo de teste.

Durante a embriogênese o pericarpo e eixo embrionário são descritos como uma única unidade fisiológica. O espaço envolvido pelo pericarpo confere proteção durante o desenvolvimento embrionário e mantém condições micro-climáticas

especiais com elevada umidade. Tecidos da semente e pericarpo são relacionados no transporte de fitohormônios e atividades metabólicas. Algumas camadas de tecidos do pericarpo possuem cloroplastos e executam atividade fotossintética de assimilação de dióxido de carbono. Todos metabólitos produzidos em órgãos fonte da planta que são transferidos para os grãos têm de passar pelos tecidos do pericarpo. De maneira geral correlaciona-se a presença e estado do pericarpo com os processos de acúmulos de reservas na semente (MUNTZ et al., 1978).

Albuquerque et al. (2001) estudaram diferentes metodologias de teste de eletrocondutividade em sementes de girassol, testando diferentes períodos de embebição e temperaturas, além de diferentes situações de envolvimento das sementes (com e sem pericarpo). Os resultados permitiram concluir que a situação adequada para testes de condutividade nessa espécie é justamente desprovida de pericarpo. Denomina-se pericarpo a estrutura lignificada constituída por compostos que podem elevar os valores de condutividade e tal estrutura pode comprometer a avaliação do estado da integridade das células das sementes de girassol, ocasionando erros de interpretação (LONGO et al., 1999). Múltiplos fatores são capazes de influenciar os resultados dos testes de condutividade elétrica, como tempo de imersão, teor de água, número, volume, massa e integridade das sementes, bem como genótipo e temperatura (RODRIGUES et al., 2006).

Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o vigor de sementes de girassol, com e sem pericarpo através de diferentes períodos de teste de condutividade elétrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus de Sinop – MT no período de outubro a novembro de 2015, utilizando sementes de três lotes de híbridos comerciais, alto oleico – ciclo médio. Providos de pericarpo (C/P) e desprovidos de pericarpo (S/P), a retirada do pericarpo foi realizada com auxílio de uma lâmina de aço, todos submetidos aos testes descritos a seguir:

2.1 Teste de germinação

Quatro repetições de 50 aquênios posicionados em papel germiteste em câmara regulada em 25 °C. A primeira contagem foi realizada no quarto dia e a última após o décimo dia, e os resultados foram expressos em porcentagens de plântulas normais (BRASIL, 2009). Associado ao teste padrão de germinação estava a primeira contagem de germinação (NAKAGAWA, 1999).

2.2. Condutividade elétrica

O método de determinação por massa (divide a condutividade emitida no aparelho pela massa de aquênios da repetição) foi utilizado, cuja metodologia foi proposta pelo Comitê de Vigor da Associação Internacional de testes em Sementes (ISTA – INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 1993). Quatro repetições de 25 sementes foram adicionadas a copos de plásticos contendo 75 ml de água destilada e levadas a germinador regulado em 25 °C. As leituras de condutividade elétrica ocorreram com uso de condutivímetro após os períodos de 18 e 24h e foram expressas em medidas de $\mu\text{S} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ de sementes.

O equipamento destinado às medições foi um condutivímetro de bancada microprocessado modelo W12D da marca “Bel Engineering®”.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo (03 lotes x 02 períodos de condutividade X 02 situações de pericarpo) totalizando 12 tratamentos. O programa usado para processar os dados das variáveis foi o Sisvar 5.6, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2010). As médias obtidas foram submetidas à análise de variância pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

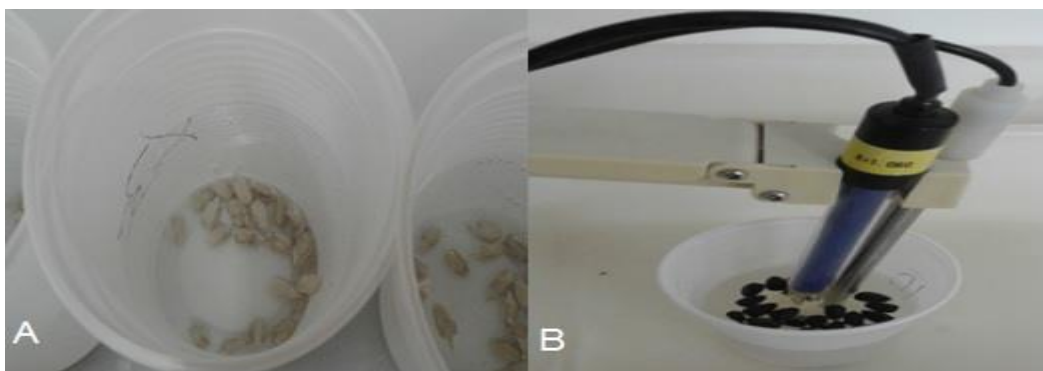


Figura 1. Copos plásticos contendo sementes desprovidas de pericarpo (A) e com pericarpo (B) no teste de condutividade elétrica . Sinop, MT, 2016.

2.3 Primeira contagem de germinação e teor de água inicial

A primeira contagem de germinação foi determinada através da porcentagem de plântulas normais obtidas somente na primeira leitura do teste de germinação, no quarto dia após a instalação do teste.

Para a análise do teor de água inicial utilizou-se estufa regulada em $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, a umidade foi determinada através de equações de umidade de base de peso úmido, utilizando-se duas amostras de 25 sementes acondicionadas em cápsulas de aço, cada amostra antes e após a secagem tinha sua massa de aquênios (isolados e somados às cápsulas) quantificada em balança de precisão juntamente à massa das cápsulas vazias de cada repetição (BRASIL, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Condutividade elétrica

Na Tabela 1 constam os dados relativos aos testes de condutividade elétrica, dos 04 lotes testados.

TABELA 1. Condutividade elétrica (CE) de 3 lotes comerciais (L1,L2 e L3) de sementes de híbrido comercial de girassol decorridos 02 períodos (18 e 24h) em duas situações: com pericarpo (C/P) e sem pericarpo (S/P). Sinop, MT, 2016.

Condutividade Elétrica (µS.g ⁻¹ .cm ⁻¹)				
Períodos	18h		24h	
Lotes	C/P	S/P	C/P	S/P
1	68,89 Ba	43,36 Aa	71,61 Ba	50,37 Aa
2	74,04 Ba	60,70 Ab	72,01 Aa	70,17 Ab
3	66,08 Aa	80,94 Bc	72,13 Aa	108,11 Bc
CV(%)	10,95			
DMS Linha Interação - (Lote*Período)*Situação: 10,97			Erro Padrão: 3,82	
DMS Coluna Interação - (Situação*Período)*Lote: 13,23				

Médias seguidas da mesma letra não diferiram entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparação na linha e minúsculas na coluna.

Em todos esses parâmetros analisados da Tabela 1 (condutividade após 18 e 24h,) as sementes com pericarpo apresentaram resultados mais consistentes, com menor variação de condutividade entre os lotes e as repetições, embora as situações de ausência de pericarpo tenham demonstrado condutividade elétrica redução especialmente nos lotes 1 e 2. Uma das explicações de melhores resultados nas sementes com pericarpo se deve ao fato do tecido lignificado do pericarpo evitar que as sementes fiquem submersas na solução, fato que aumentaria a superfície de contato entre as sementes e a solução. Na espécie crambe (*Crambe abyssinica* H.) é recomendado que o pericarpo em teste de condutividade elétrica seja mantido afim de evitar a submersão da amostra durante o período de embebição, dificultando o contato de toda área da superfície da semente com a solução aquosa (OLIVA et al., 2012).

A condutividade elétrica é levemente superior com pericarpo devido à maior presença de impurezas e tecidos danificados na superfície do tegumento, exceto para o lote 3 que possuía as sementes significativamente menores em dimensão que lote 1 e lote 2, o que causou maior danificação dos tecidos no processo de retirada do pericarpo.

Com relação aos períodos de condutividade, o de 24h demonstrou maior condutividade devido ao tempo mais amplo para liberação dos compostos (eletrólitos e componentes celulares) na solução. Porém essa diferença entre os períodos (24 e 18h) foi baixa e ambos evidenciaram estratificação similar entre os lotes, evidenciando possibilidade de realizar leitura de condutividade elétrica em outros

períodos anteriores a 24h. Em estudos realizados com sementes de feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* L.), verificou-se que para teste de condutividade elétrica, bastavam quatro subamostras das sementes puras embebidas em 75 ml de água destilada para adequada separação dos lotes com apenas 3 horas de embebição (ARAÚJO et al., 2011). Em pesquisa com feijão-caupi cv. “Setentão”, constatou-se que a situação mais adequada para execução do teste de eletro condutividade com as sementes e com embebição de 16 horas a 30 ou 25 °C (DUTRA et al., 2006).

Na tabela a seguir é apresentado o quadro de análise de variância do esquema fatorial com suas respectivas interações.

Tabela 2. Quadros de análise de variância da variável condutividade elétrica, contendo GL – grau de liberdade, SQ – soma do quadrados, QM – quadrado médio, Fc – F Calculado, Pr>Fc – Teste F de probabilidade em relação ao F calculado, n.s quando não resultou em diferenças significativas. P- período, L- Lote, S-Situação.

VARÍAVEL: Condutividade elétrica					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Lote	2	4337,53	2168,76	37,02	0,0000
Período	1	846,21	846,21	14,44	0,0005
Situação	1	41,21	41,21	0,70	0,4071
L*S	2	4959,53	2479,76	42,33	0,0000
L*P	2	407,14	203,57	3,47	0,0417
P*S	1	454,11	454,11	7,75	0,0085
L*P*S	2	142,74	71,37	1,21	0,3076
Erro	36	2108,73	58,57		
Total	47	86867,97			
CV (%) 10,95		Média geral: 69,86		Nº de observações: 48	

3.2. Germinação e primeira contagem

Na Tabela 3 constam os dados relativos aos testes de germinação e primeira contagem dos 04 lotes testados.

TABELA 3. Primeira contagem de plântulas normais (PC %) e germinação (G %) de 03 lotes comerciais (L1,L2 e L3) de sementes de híbrido comercial de girassol em duas situações: com pericarpo (C/P) e sem pericarpo (S/P). Sinop, MT, 2016.

PC (%)			G (%)	
Situação do pericarpo				
Lotes	C/P	S/P	C/P	S/P
1	80 Aa	58 Ba	94 Aa	80 Aa
2	66 Aa	54 Aa	90 Aa	62 Ba
3	68 Aa	52 Ba	88 Aa	68 Ba
CV (%)	9,93		9,85	
DMS PC (%) Linha (Lote)*Situação: 18,52			Erro padrão: 4,47	
DMS PC (%) Coluna (Situação)*Lote: 15,49				
DMS G (%) Linha (Lote)*Situação: 19,37			Erro padrão: 5,59	
DMS G (%) Coluna (Situação)*Lote: 24,27				

Médias seguidas da mesma letra não diferiram entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparação na linha e minúsculas na coluna.

A primeira contagem e germinação evidenciaram porcentagens superiores nas situações de presença de pericarpo. Uma das possíveis causas dessa superioridade na porcentagem com pericarpo seria o controle de entrada de água conferido pelo pericarpo.

Na tabela 4, seguem os dados do quadro de análise de variância e suas respectivas interações.

Tabela 4. Quadros de análise de variância das variáveis Germinação (%) e Primeira contagem (PC %), contendo GL – grau de liberdade, SQ – soma do quadrados, QM – quadrado médio, Fc – F Calculado, Pr>Fc – Teste F de probabilidade em relação ao F calculado, n.s quando não resultou em diferenças significativas. P- período, L- Lote, S-Situação.

VARIÁVEL: Germinação G (%)					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Lote	2	274,66	137,33	2,19	0,1930
Situação	1	1281,33	1281,33	20,44	0,0040
L*S	2	98,66	49,33	0,78	0,4970
Erro	6	376,00	62,66		
Total	11	2030,66			
CV (%) 9,85		Média geral: 80,33		Nº de observações: 12	
VARIÁVEL: Primeira contagem PC (%)					
Lote	2	175,50	87,75	2,18	0,1932
Situação	1	990,08	990,08	24,70	0,0025
L*S	2	58,16	29,08	0,72	0,5221
Erro	6	240,50	40,08		
Total	11	1464,25			
CV (%) 9,93		Média geral: 63,75		Nº de observações: 12	

4. CONCLUSÕES

O teste de condutividade elétrica mostra-se promissor da avaliação da qualidade de sementes de girassol.

Para o teste de condutividade não se recomenda retirar o pericarpo, pois sua retirada causa afundamento das sementes na solução aumentando a superfície de contato entre semente e solução.

É possível mensurar a integridade das membranas sem aguardar até o período de 24 horas, havendo a necessidade de se estudar outros períodos entre 18 e 24 horas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; MORO, F. V.; FAGIOLI, M.; RIBEIRO, M. C. Condutividade elétrica e lixiviação do potássio para avaliar sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 1-8, 2001.

ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B., ARAÚJO, E. F.; HEBERLE, E.; ZONTA, F. M. G.; Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, p. 123-130, 2011.

BRASIL. Instrução Normativa nº 25 de 16 de dezembro de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Brasil, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, Brasil. 399p. 2009.

CARVALHO, C.; NOVENBRE, A. D. L. C. Avaliação da qualidade de sementes de fumo, nuas e revestidas, pelo teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, p. 177-185, 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Funep, São Paulo, Brasil. 588 p. 2000.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, 2006.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M. Condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, p. 166-170, 2006.

FERREIRA, D.F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.6. Lavras-MG: UFLA, 2010.

ISTA - **International Rules for Seed Testing**. Zurique, Suíça, 1993, 288 p.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **Abrates**, 1999.

LONGO, O.; PÉREZ, A. H.; MURCIA, M. Efecto de la presencia de pericarpio sobre los valores de conductividad en semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) com diferentes niveles de deterioro. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 149, 1999.

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

MUNTZ K.; RUDOLPH A.; SCHLEISER G.; SILHENGST P. The function of pericarp in fruits of crop legumes. **Kulturpflanze XXVI**, p.37-67, 1978.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

OLIVA, A. C. E.; BIAGGIONI, M. A. M.; CAVARIANI, C. Efeito imediato do método de secagem na qualidade de sementes de crambe. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n. 3, p.16-30, 2012.

RICHETTI, A. Estimativa do Custo de Produção de Girassol, Safra 2006. Embrapa, Dourados, Brasil, 2005. (Comunicado Técnico) <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/254511/1/COT2005115.pdf>

RODRIGUES, M. B. C.; VILLELA, F. A.; TILLMAN, M. A. A.; CARVALHO, R. Pré-hidratação em sementes de soja e eficiência do teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p. 168-181, 2006.

SILVA, J. E. N.; MELHORANÇA FILHO, A. L.; SILVA, R.G.P de O. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão manteiguinha. **Ensaio e ciência: ciências biológicas, agrárias e da saúde**, v.17, p. 37-26, 2013.

SOUZA, L. A.; CARVALHO, M. L. M.; KATAOKA, V. Y.; OLIVEIRA, J. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.60-67, 2009.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 151-158, 2005.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). Testes de vigor em sementes. **Jaboticabal: FUNEP**, p.103-32, 1994.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**, Londrina: Abrates, cap.4, p.1-26, 1999.