

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES
DE ERVILHA FORRAGEIRA.**

WILSON DE SOUZA DOURADO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas - UNESP,
Campus de Botucatu, para a obtenção do
Título de Mestre em Agronomia
(Agricultura)

BOTUCATU-SP

Outubro – 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES
DE ERVILHA FORRAGEIRA.**

WILSON DE SOUZA DOURADO

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cibele Chalita Martins

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas - UNESP,
Campus de Botucatu, para a obtenção do
Título de Mestre em Agronomia
(Agricultura).

BOTUCATU-SP

Outubro – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – UNESP – FCA – LAGEADO – BOTUCATU (SP)

D739t Dourado, Wilson de Souza, 1983-
 Teste de envelhecimento acelerado em sementes de ervilha forrageira / Wilson de Souza Dourado.- Botucatu : [s.n.], 2012
 viii, 51 f.: tabs.

 Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012
 Orientador : Cibebe Chalita Martins
 Inclui bibliografia

 1. Ervilha. 2. Longevidade. 3. Sementes - Deteriorização. 4. Envelhecimento. I. Martins, Cibebe Chalita. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

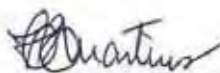
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
ERVILHA FORRAGEIRA

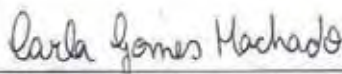
ALUNO: WILSON DE SOUZA DOURADO

ORIENTADORA: PROFª DRª CIBELE CHALITA MARTINS

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:



PROFª DRª CIBELE CHALITA MARTINS



PROFª DRª CARLA GOMES MACHADO



PROFª DRª SANDRA APARECIDA DE SOUZA

Data da Realização: 19 de outubro de 2012.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Wilson de Souza Dourado, filho de Manoel da Silva Dourado e Jovelina Francisca de Souza e Silva, nasceu na cidade de São João das Missões, Estado de Minas Gerais em 28 de maio de 1983.

Diplomou-se em Agronomia pela Universidade Estadual de Goiás UEG, Unidade Universitária de Ipameri, em 2009.

Em agosto de 2010, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Agricultura, no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, obtendo o título em Outubro de 2012.

DEDICO

Ao bondoso *DEUS*, pela presença constante na minha vida e ao meu irmão Gilson Dourado da Silva, por ser um exemplo de vida e por estar sempre presente durante toda a minha formação profissional. Obrigado irmão por confiar, acreditar em mim e pelas cobranças, incentivos, apoio, ajuda constante e por tudo que fez por essa conquista, e por querer e desejar sempre o melhor. Esses foram os meus sinceros agradecimentos e reconhecimento por tudo que você me proporcionou.

OFEREÇO

Aos meus amados pais, Manoel e Jovelina e meus queridos irmãos Gilson, Maria Vilma, Sandra, Helizângela, meus cunhados, cunhadas e sobrinhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo;

Aos meus pais pela confiança depositada em mim, pelo carinho e compreensão;

À Prof^a. Dr^a. Cibele Chalita Martins pela valiosa orientação, ensinamentos transmitidos, disponibilidade e principalmente pela paciência demonstrada;

À Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade concedida;

À Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela concessão da bolsa de estudos;

Aos docentes do Departamento de Produção Vegetal (Agricultura) da FCA-UNESP pelos ensinamentos transmitidos;

Ao Prof. Dr. Dagoberto Martins pelo apoio e ajuda constante;

Ao Prof. Dr. João Nakagawa pelo apoio, disponibilidade, atenção e ensinamentos durante o Mestrado.

À Dra. Carla Gomes Machado pelo auxílio, disponibilidade e ensinamentos transmitidos durante a condução do experimento;

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal (Agricultura), especialmente a Valéria Cristina Giandoni, técnica do Laboratório de Análise de Sementes e a Lana, Vera, Amanda, Dorival, Cirinho e Rubens pelo apoio durante o mestrado;

Aos funcionários da biblioteca (Paulo de Carvalho Mattos) e da Seção de Pós-Graduação, pela amizade, atenção e o eficiente atendimento.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação a Leandro Salomão, Jose Joaquim, Ricardo Lamberti, Pedro Bento, Marcílio Silva, Renake Nogueira, Camila Aquino, Simério Cruz, Carlos Jorge, Alexandre Carneiro, Silvia Sanielle, Sihélio Cruz, Leonardo Barbosa na condução dos experimentos;

Aos Professores da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri;

AO IAPAR pelos lotes de sementes fornecidos para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos aqueles que de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Muito Obrigado.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	02
3 INTRODUÇÃO.....	03
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	05
4.1 Origem e distribuição geográfica da ervilha.....	05
4.2 Importância econômica da ervilha.....	05
4.3 Descrição botânica da ervilha forrageira.....	07
4.4 Ervilha forrageira cv. IAPAR 83.....	08
4.5 Teste de envelhecimento acelerado.....	08
4.6 Armazenamento de sementes.....	13
5 MATERIAL E METODOS.....	15
5.1 Determinação do grau de umidade.....	15
5.2 Teste de germinação.....	16
5.3 Primeira contagem da germinação	17
5.4 Massa de mil sementes.....	17
5.5 Condutividade elétrica.....	17
5.6 Teste de emergência de plântula em campo	17
5.7 Metodologias do teste de envelhecimento acelerado.....	18
5.8 Armazenamento.....	18
5.9 Procedimento estatístico	19
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira.....	20
6.2 Teste de envelhecimento acelerado com água.....	22
6.3 Teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de KCl.....	25
6.4 Teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl.....	27
6.5 Armazenamento de sementes de ervilha forrageira.....	31
7 CONCLUSÕES.....	43
8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44

1 RESUMO

A ervilha forrageira difere da ervilha comum quanto a cor do tegumento, ao elevado teor de aminoácidos e foi selecionada visando a alimentação animal. O objetivo do trabalho foi verificar a eficiência de testes de vigor, com ênfase no envelhecimento acelerado para a avaliação da qualidade de sementes de ervilha forrageira visando seleção de lotes para a emergência de plântulas em campo e longevidade no armazenamento. Foram utilizados 10 lotes de ervilha forrageira avaliados quanto ao teor de água, massa de mil sementes, teste da primeira contagem, germinação, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo e teste de envelhecimento acelerado com as seguintes variações de metodologia: temperaturas de 41 e 42 °C; tempos de exposição das sementes de 48 e 72 horas e umidade da atmosfera de envelhecimento, mediante a utilização de água destilada (100% UR), solução saturada de cloreto de potássio (87% UR) e solução saturada de cloreto de sódio (76% UR). Os resultados encontrados foram comparados à emergência de plântulas em campo e armazenamento pelos tempos de 90, 180, 270, 360, 450, e 540 dias. Os testes de envelhecimento acelerado com água à 41° C por 48 horas, cloreto de potássio a 41 °C por 72 horas e 42 °C por 48 horas: são promissores para avaliar o vigor de lotes de sementes de ervilha forrageira fornecendo informações semelhantes à emergência de plântulas em campo. Nenhum das variáveis do teste de envelhecimento avaliadas mostrou eficiência na seleção de lotes quanto ao desempenho no armazenamento.

Palavras chave: *Pisum sativum* subsp. Arvense, vigor, armazenamento, longevidade, deterioração.

TEST OF AGEING SEED OF FIELD PEA. Botucatu, 2012. 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: WILSON DE SOUZA DOURADO

Adviser: CIBELE CHALITA MARTINS

2 SUMMARY

The pea differs common as the color of the coat, the high content of amino acids and was selected in order to feed. The aim of the study was to assess the efficiency of vigor tests, with emphasis on accelerated aging to assess the quality of pea seeds aimed selection of lots for field seedling emergence and longevity in storage. We used 10 batches of pea evaluated for water content, weight of thousand seeds, test the first count, germination, electric conductivity, seedling emergence in field and accelerated aging test with the following variations in methodology: temperatures of 41 and 42 °C; seeds exposure times of 48 and 72 hours and humidity aging, using distilled water (100% UR), saturated potassium chloride (87% UR) and saturated chloride sodium (76% UR). The results were compared to seedling emergence in field and storage for times of 90, 180, 270, 360, 450, and 540 days. The accelerated aging tests with water at 41 °C for 48 hours, potassium chloride at 41 °C for 72 hours and 42 °C for 48 hours: are promising to evaluate the effect of seed lots of pea similar information to seedling emergence in the field. None of the variables evaluated aging test showed efficiency in selecting lots for performance in storage.

Key words: *Pisum sativum* subsp. arvense, force, storage, longevity, decay.

3 INTRODUÇÃO

A ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense*) é uma leguminosa que apresenta alto valor nutritivo, níveis de proteína bruta ao redor de 22%, com amplas alternativas de uso na alimentação animal. A ervilha forrageira difere da ervilha comum, pois apresenta elevado teor de aminoácidos. As sementes secas apresentam alto valor nutritivo. Uma cultura de inverno destinada à cobertura vegetal do solo (RURALNET, 2009).

O principal objetivo dos testes de vigor é identificar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes, principalmente dos que apresentam resultados semelhantes no teste de germinação. Portanto, com estes testes, pretende-se identificar os lotes com probabilidade de apresentar um melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento. Esse tipo de informação pode ajudar a tomada de decisões internas das empresas produtoras de sementes quanto ao destino de determinado lote, quanto à região de comercialização ou à conveniência de armazenar ou vendê-lo num curto espaço de tempo e, assim, esses testes são componentes essenciais do programa de controle de qualidade.

Assim, os testes de vigor disponíveis vêm sendo aperfeiçoados e adequados às sementes de diferentes espécies, para permitir a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis. Alguns testes são baseados na resposta das sementes às condições de estresse e, nessa categoria, um dos testes mais utilizados para a avaliação do vigor de sementes é o teste de envelhecimento acelerado, que se baseia na deterioração das sementes expostas a altas temperatura, além de ser um teste eficiente

para seleção de lotes com maior emergência de plântulas em campo e potencial de armazenamento.

Ensaio de aprimoramento da metodologia do teste de envelhecimento acelerado têm sido implementados, avaliando-se diferentes temperaturas e tempos de exposição das sementes ao estresse e diferentes umidades.

Metodologias em que a água é substituída por soluções saturadas de sais vêm sendo estudadas, pois dependendo da solução utilizada, são obtidos níveis específicos de umidade relativa do ar ambiente dentro das caixas plásticas que permitem adequar a taxa de absorção de água da semente, a velocidade e a intensidade de deterioração da mesma. Assim, para algumas espécies, o uso de soluções salinas saturadas tem apresentado maior eficiência na detecção de diferenças de qualidade entre lotes do que o envelhecimento acelerado convencional, com água.

Desta maneira objetivou-se com este trabalho verificar a eficiência de testes de vigor, com ênfase no envelhecimento acelerado para a avaliação da qualidade de sementes de ervilha forrageira visando a seleção de lotes para a emergência de plântulas em campo e longevidade no armazenamento.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Origem e distribuição geográfica da ervilha

O principal centro de origem da ervilha (*Pisum sativum*) é o Oriente Médio, enquanto que a Etiópia é tida como segundo centro de origem (COUTO, 1989). A domesticação dessa espécie se confunde com os primórdios da agricultura, e se deu provavelmente há 7 ou 10 mil anos (RURALNET, 2009). Os principais produtores mundiais de ervilha seca são a ex União Soviética, a Índia, China e a França, e os Estados Unidos, Reino Unido e a França são os maiores produtores de ervilha verde.

A introdução da ervilha no Brasil foi feita por colonizadores portugueses, no Rio Grande do Sul. O cultivo extensivo da ervilha se estabeleceu no país na década de 1940, inicialmente com o cultivo de grãos verdes para a indústria de enlatados. Somente a partir dos anos 80 é que o cultivo da espécie se estabeleceu nos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal, para a produção de grãos secos, após o advento da irrigação (RURALNET, 2009).

4.2 Importância econômica da ervilha

A ervilha é uma fabaceae com características altamente nutritivas, sendo amplamente utilizada na alimentação humana, como forragem para animais e na produção de silagem (RURALNET, 2009).

Os grãos de ervilha são ricos em proteínas, com cerca de 22g desse elemento em 100g do produto. Em sua composição encontram-se também fósforo, cálcio, vitaminas A, B1, B2, C e Ferro. Na alimentação humana, a ervilha é empregada na forma de grãos verdes in natura, para congelamento e enlatamento (TOMM. et al., 2001). Dos grãos secos também pode ser obtida a farinha de ervilha, que tem emprego na fabricação de sopas e na panificação (GIORDANO; PEREIRA, 1989)

O teor médio da matéria seca da ervilha para mistura na ração animal é de aproximadamente 88% conforme (GIORDANO; PEREIRA, 1989). Devido ao baixo teor dos fatores antinutricionais nos grãos de ervilha, estes poderão ser fornecidos aos animais, sem a necessidade de tratamento térmico (GROSJEAN, 1986). Dessa forma, a ervilha pode ser utilizada na alimentação animal no pastejo direto ou, ainda, transformada em silagem, feno ou compondo rações na forma de grãos secos (GIORDANO; PEREIRA, 1989). Essa cultura constitui uma importante alternativa para a produção de silagem, especialmente em condições ambientais de baixa temperatura, devido á sua capacidade de crescimento nessas condições. Em algumas áreas da União Soviética, o consumo de silagem de ervilha representa mais de 30% do total da silagem utilizada na alimentação do gado, e na França, por exemplo, a ervilha já participa da composição de rações destinadas aos mais diversos tipos de animais.

A grande contribuição na alimentação, um ponto alto da ciência está relacionado à ervilha e foram os estudos de Gregor Mendel, botânico, monge. Este pesquisador realizou no mosteiro Agostinho de São Tomás, experiências de cruzamento com ervilhas e formulou os princípios fundamentais da hereditariedade, provando que a transmissão de características se faz segundo leis estatísticas. Suas experiências ficaram esquecidas até ao início do século XX. Recuperadas as noções da forma de transmissão hereditária de características dominantes e recessivas, abriu-se a porta ao estudo da genética e Mendel passou a ser considerado o pai da genética (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

A ervilha também tem sido utilizada na produção de concentrados alimentares para a aquacultura (CRUZ SUARES et al., 2001), suinocultura (BRAND et al., 2000) e avicultura (WIRYAWAN; DINGLE, 1999).

A ervilha é utilizada, também, como cobertura vegetal do solo (TOMM et al., 2001) e, sendo eficiente como espécie leguminosa fixadora de nitrogênio

(RAVEN; EVERT; EICHORN, 1996; SANCHEZ; MOSQUERA, 2006), o que a torna uma opção para o manejo de solo.

4.3 Descrição botânica da ervilha forrageira

A ervilha é uma das espécies mais bem estudadas com relação as suas características qualitativas e quantitativas, existindo vários trabalhos que descrevem suas características florais, técnicas de hibridação e métodos de melhoramento (GRITTON, 1980; GRITTON, 1986; KHVOSTOVA, 1983).

O gênero *Pisum* possui grande variabilidade genética, presente nas variedades comerciais e nos materiais dos bancos de germoplasma (BLIXT, 1970). Alguns autores tem reconhecido duas espécies, *Pisum arvense* L. (ervilha forrageira) e *Pisum sativum* L. (ervilha verde). No entanto todos os tipos são considerados dentro da espécie *Pisum sativum*, no qual incluem as ervilhas forrageiras com cultivares desenvolvidas especificamente para pastejo e silagem. Assim, cultivares tem sido desenvolvidas a partir de material originalmente introduzido na África, China, Europa, Índia e no Sudoeste da Ásia. Este início de distribuição em uma área tão ampla é a razão para a atual diversidade de tipos (GEORGE, 1989).

A ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense*) pode ser descrita como uma planta anual, com caules delicados, flexuosos, estriados, simples ou quase simples; folhas paripinadas com gavinhas, ramos (1-5 pares) geralmente terminal; 1-2-3 pares de folíolos ovalados, mucronados, de margem inteira ou sinuado-dentados na parte superior; flores vermelho-violáceas, podendo, conforme as condições edafoclimáticas, sofrer alterações, solitárias ou geminadas sobre pedúnculos axilares aristados curtos ou pouco mais compridos que as estipulas; corola rosa - violácea com alas violáceo-purpúreas, fruto vagens oblongas (4-6cm), que podem, de acordo com a sua forma, apresentar terminação obtusa, curvada ou fortemente em forma de pico: eretas, largas, arqueadas, compridas; com 3 a 10 sementes, normalmente de 4 a 6; sementes lisas, esféricas, ovaladas ou rugosas (cilíndricas, comuns), verdes (normal, pálido, amarelo), creme marrons ou com manchas de cor castanha-purpura (IAPAR, 2007).

4.4 Ervilha forrageira cv. IAPAR 83

A cultivar IAPAR 83 foi obtida pelo Instituto Agrônômico do Paraná com a finalidade de uso em cobertura de solo, forrageira e grãos para alimentação animal (IAPAR, 2007).

A cultivar foi obtida por meio da seleção de plantas individuais, propagadas a partir de sementes oriundas de pequeno cultivo em área particular no Município de Vitorino- PR e posteriormente foi realizada outra seleção na estação experimental de Pato Branco- PR, nos anos de 1985 e 1986, visando selecionar características de interesse para cultivo. Foram selecionadas plantas com características homogêneas quanto ao florescimento, maturação e bom aspecto sanitário. As plantas mais precoces foram eliminadas pelo rouguing e todo o campo foi colhido. Assim, as sementes de plantas uniformes deram origem ao material ora cultivado (IAPAR, 2007).

A altura média da IAPAR 83 varia de 60-80 cm do solo, até a parte mais alta da planta; tem hábito de crescimento indeterminado e trepador com caules de 0,30cm a 2m de comprimento e ciclo de 80 a 110 dias para o manejo na fase de pleno florescimento e 150-160 dias para completar o ciclo total. Produz de 1000 a 2500 kg.ha⁻¹ de sementes com massa de 1000 sementes variando de 95-125 gramas (CALEGARI; POLA, 2009).

4.5 Teste de envelhecimento acelerado

De acordo com a Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983), como os testes de vigor constituem índices de qualidade fisiológica mais sensíveis que o teste de germinação, qualquer um dos eventos do processo de deterioração anterior a perda do poder germinativo das sementes, pode-se constituir em fundamento para o desenvolvimento de um teste de vigor. Da mesma forma, quanto mais distante (cronologicamente) o parâmetro estiver da morte da semente, mais sensível será a avaliação do vigor.

A qualidade fisiológica de sementes é convencionalmente determinada por meio da análise da germinação e vigor. Entre os testes de análise do vigor se destaca o envelhecimento acelerado, que estima o potencial de armazenamento

das sementes em condições de umidade e temperaturas elevadas (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Com estas modificações do ambiente a taxa de deterioração das sementes eleva-se, sendo a deterioração variável de acordo com o seu vigor inicial (MARCOS FILHO et al., 1986; JIANHUA; MCDONALD, 1996). Além, disto este teste apresenta boas correlações com a emergência de plântulas em campo para sementes de diversas espécies (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001).

O teste de envelhecimento acelerado é conhecido como um dos testes mais utilizados para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1995).

O princípio do teste de envelhecimento acelerado estabelece que a taxa de deterioração é acelerada consideravelmente, quando as sementes são expostas a temperatura e umidade relativa elevadas; estas são consideradas como fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Assim, verifica-se que as amostras com baixo vigor apresentam queda mais acentuada da viabilidade, quando submetidas às condições do teste, enquanto as mais vigorosas geralmente são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais (MARCOS FILHO, 1994).

No teste de envelhecimento acelerado tradicional (com água), as diferenças na absorção de água pelas sementes, expostas à atmosfera com alta umidade relativa, podem originar variações acentuadas no grau de umidade das sementes (TORRES, 2002). Em outra linha, o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal é utilizado como alternativa promissora, 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).

O teste de envelhecimento acelerado consiste em avaliar a resposta das sementes por meio de teste de germinação, após elas terem sido submetidas à temperatura elevada e umidade relativa do ar próxima a 100% por determinado período de exposição proporcional ao grau de umidade, a fim de controlar o processo de embebição e, conseqüentemente, a deterioração (JIANHUA; MCDONALD, 1996; ROSSETTO; FERNANDEZ; MARCOS FILHO, 1995).

Dependendo do grau de umidade inicial das sementes, a deterioração poderá ser maior ou menor, pois o processo de deterioração é mais drástico em sementes com maior teor de água (MARCOS FILHO; VINHA, 1980; LEMOS et al., 1999). Portanto, recomenda-se que as sementes apresentem de 11 a 13% de água ao serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, com variação máxima de 2% entre as amostras (MARCOS FILHO, 1999).

Scappa Neto et al. (2001) observaram que a germinação de sementes de feijão, após o envelhecimento acelerado dos lotes de sementes com teor de água inicial entre 8 a 10% apresentaram respostas similares, enquanto as sementes envelhecidas com 12% de grau de umidade inicial apresentaram desempenho inferior às aquelas com 8%. Por outro lado, um dos principais indicadores da uniformidade das condições do envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes ao final do teste.

Variações de 3 a 4% entre as amostras são toleráveis após o envelhecimento (MARCOS FILHO, 1999). Sendo imprescindível em trabalhos de avaliação da metodologia de testes de envelhecimento acelerado que, além das amostras, os lotes de sementes a serem comparados também apresentem grau de umidade inicial semelhante e final com diferenças inferiores a 4%. Por isso, os lotes a serem comparados nos testes de envelhecimento acelerado devem apresentar uniformidade no tamanho e na proporção das sementes, pois para um mesmo potencial hídrico, sementes pequenas apresentam maior porcentagem relativa de absorção de água do que as sementes maiores, o que pode afetar o teor de água final, como foi constatado para sementes de milho (SHIEH; McDONALD, 1982), soja (TAO, 1978; LOEFFLER TEKRONY; EGLI, 1998; MARCOS FILHO; NOVEMBRE; CHAMMA, 2000; VIEIRA; PENARIOL; PERECIN, 2002) e girassol (MARCOS FILHO et al., 1986; AGUIAR et al., 2001).

Na metodologia do teste de envelhecimento acelerado utilizando o procedimento convencional e com a solução saturada de cloreto de sódio em diferentes temperaturas e diferentes exposições, para sementes de pimenta malagueta observou-se que o período de 72 horas a 38 e 41°C, com o uso de solução saturada de sal (NaCl) foi considerado adequado para avaliação do potencial fisiológico (TORRES, 2005).

Algumas linhas de pesquisa buscam minimizar as diferenças de hidratação das sementes expostas à atmosfera úmida, que podem originar variações

significativas no seu teor de água (TORRES, 2002). Visando minimizar as variações na hidratação das sementes e nos resultados, foi proposta por Jianhua; McDonald (1996) a substituição da água destilada por soluções saturadas de sais na condução do teste de envelhecimento acelerado por promoverem a redução da umidade relativa no interior das caixas plásticas (KCl-87% de UR, NaCl-76% de UR, proporcionando menor velocidade de hidratação das sementes durante o envelhecimento acelerado e menor grau de umidade ao final do teste, com maior eficiência na avaliação do vigor (BARR; BENNETT; BRASSBAUGH, 1998; PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001; TORRES, 2005).

Embora o teste de envelhecimento acelerado seja considerado pela International Seed Testing Association (ISTA, 2008), suficientemente padronizado para ser recomendado para a avaliação do vigor de sementes de soja e sugerido por essa associação para ser aplicado em sementes de milho (HAMPTON; TREKONY, 1995), tem sido alvo de estudos visando o aprimoramento da sua metodologia para diferentes espécies, tais como milho (FESSEL et al., 2000; WOLTZ; TEKRONY, 2001; BITTENCOURT; VIEIRA, 2006), arroz (ALBUQUERQUE et al., 1995), algodão (USBERTI, 1982), cenoura, alface e brócolo (RIBEIRO; CARVALHO, 2001), erva-doce (TORRES, 2004), lentilha (FREITAS; NASCIMENTO, 2006), maxixe (TORRES; MARCOS FILHO, 2001), melão (TORRES; MARCOS FILHO, 2003), pimenta (BHERING et al., 2006), quiabo (TORRES; CARVALHO, 1998), rabanete (ÁVILA; VILLELA; AVILA, 2006), trigo (MODARRESI; RUCKER; TEKRONY, 2002; FANAN, 2006), milho-doce (SANTOS et al., 2002) e soja (MARCOS FILHO; NOVENBRE; CHAMMA, 2001; SCAPA NETO et al., 2001), trigo (MAIA; LOPES; CARLOS, 2007), feijão (BERTOLIN; MOREIRA, 2011), soja (SILVA; LAZARINI, 2010), feijão - frade (GUISCEN, 2010) e feijão - caupi (DUTRA, 2007).

O uso de solução saturada de NaCl para sementes de brócolis pode proporcionar grau de umidade menor e mais uniforme após os períodos de envelhecimento, revelando vantagens na utilização desse procedimento em relação ao com água, propiciando uma menor taxa de deterioração e com isso, resultados menos drásticos, mais uniformes e a correlação dos resultados com a emergência de plântulas em substrato (MARTINS et al., 2002; FESSEL et al., 2003).

Também foi observada maior eficiência do teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções saturadas de NaCl na classificação de

lotes de sementes com diferentes classes de vigor em pimentão (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1998), maxixe (TORRES; MARCOS FILHO, 2001).

Torres e Marcos Filho (2001) observaram que a utilização de solução saturada de NaCl diminui a absorção de água pelas sementes de maxixe durante o teste de envelhecimento acelerado, acarretando uma taxa de deterioração menos acentuada, resultados menos drásticos e mais uniformes.

Para a maioria das olerícolas o teste de envelhecimento acelerado com água pode apresentar limitações porque essas sementes embebem e deterioram-se mais rapidamente, dificultando a obtenção de resultados confiáveis (TORRES; MARCOS FILHO, 2001). Por isso, o uso de soluções salinas no testes de envelhecimento acelerado pode ser uma alternativa eficiente na determinação do vigor de sementes de ervilha forrageira.

Ribeiro; Carvalho (2001) avaliando o envelhecimento acelerado de sementes de brócolis, cenoura e alface com NaCl e KCl não verificaram resultados consistentes na avaliação do vigor quando comparado com o uso de água, e Bhering et al. (2006) constataram que o teste de envelhecimento acelerado independente da umidade relativa o ar dentro das caixas plásticas foi eficiente na avaliação do vigor das sementes de pimenta, fornecendo informações semelhantes aos obtidos na primeira contagem e germinação a baixa temperatura.

Visando estudar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado tradicional na classificação do vigor avaliando 20 genótipos de sementes de feijão, (BERTOLIN; MOREIRA, 2011) recomendam a temperatura de 41 °C por um período de 48 horas de exposição.

Outro aspecto a ser considerado no teste de envelhecimento acelerado, é a diferença marcante na absorção de água pelas sementes que, quando expostas a atmosfera úmida, podem apresentar variações acentuadas no teor de umidade. Dependendo da solução utilizada, são obtidos níveis específicos de umidade relativa do ar, permitindo reduzir a taxa de absorção de água, a velocidade e a intensidade de deterioração das sementes (JIANHUA; MCDONALD, 1996).

A deterioração das sementes é um processo contínuo, que tem seu início na maturidade fisiológica e prossegue durante os processos de colheita, beneficiamento e armazenamento (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2001).

O teste de envelhecimento pode indicar apenas que determinadas amostras podem apresentar potencial para melhor desempenho em relação à outras mas essa situação pode não ser confirmada na prática, em função das condições de ambiente e de manejo das sementes (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987).

O teste de envelhecimento acelerado é uma boa alternativa para mensurar vigor de sementes de soja e feijão, mas que ainda deve ser padronizado para outras espécies, como a ervilha forrageira.

4.6 Armazenamento de sementes

As sementes da maioria das espécies podem ser armazenadas sem preocupação por curtos períodos, mas o armazenamento prolongado é prejudicial pois a deterioração é acentuada culminando na perda da viabilidade (BAUDET, 2003).

Sementes de grandes culturas são produzidas anualmente e de modo geral, requerem armazenamento por um período de tempo, desde a colheita até a nova semeadura e para isso devem ser armazenadas em local fresco e seco, evitando-se flutuações de temperatura e umidade que comprometem a qualidade das sementes. Assim, as mais vigorosas no momento da colheita e após secagem adequada, vão manter-se armazenadas por mais tempo. No entanto, quando conservadas em embalagens que permitem trocas de vapor d'água com o ar atmosférico, podem absorver umidade em locais de alta umidade relativa, deteriorando-se com relativa facilidade (SALINAS et al., 2001).

O armazenamento tem por função a conservação das sementes com a mesma qualidade com que vieram do campo. Visa, portanto, conservar o produto com as qualidades originais pelo período de tempo mais longo possível. Assim, condições desfavoráveis de armazenagem contribuem para a redução na viabilidade de sementes e perda de qualidade. As sementes de ervilha são consideradas de vida curta e, por isso, condições desfavoráveis de armazenamento podem acelerar ainda mais a deterioração (POPINIGIS, 1985).

A deterioração da semente é um processo irreversível, não se pode impedi-la, mas é possível retardar sua velocidade com o controle das condições ambientais durante o armazenamento de forma eficiente. Salienta-se que o grau de umidade da semente armazenada, é determinado pela umidade relativa do ar e, em

menor grau, pela temperatura, sendo que esse dois fatores ambientais determinam o tempo que a semente permanece viável no armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A manutenção da viabilidade das sementes através do armazenamento vem sendo uma das linhas de pesquisa mais importantes para as sementes de grande número de espécies. As condições ideais para conservação das sementes são aquelas em que as atividades metabólicas são reduzidas ao mínimo, mantendo-se a baixa umidade relativa e temperatura no ambiente de armazenamento (PEDROSA; CIRNE; NETO, 1999).

5 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal - Setor de Agricultura - da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCA/ UNESP, Campus de Botucatu, SP.

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dez lotes de sementes de ervilha forrageira, fornecidos pelo Instituto Agronômico do Paraná IAPAR, Londrina-PR. Já colhidas e beneficiadas em Ponta Grossa- PR. As informações de procedência e classificação dos lotes de sementes estão descritas na (Tabela 1).

Após o recebimento das sementes pelo laboratório os lotes foram numerados de 1 a 10. Procedeu-se então a avaliação da qualidade inicial dos lotes por meio dos seguintes testes:

5.1 Determinação do grau de umidade

Determinado antes e após a aplicação das metodologias dos testes de envelhecimento acelerado, pelo método da estufa a $105^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas de acordo com a Regra para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), utilizando-se duas subamostras de 50 sementes para cada lote. Os resultados foram expressos em porcentagem média (base úmida) por lote (BRASIL, 2009).

Tabela 1. Informações de procedência e classificação dos lotes de sementes utilizados nos estudos das metodologias para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de ervilha forrageira. Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Variedades	Origem	Safra	Categoria	Classificação
1	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Genética	Bica 1
2	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Genética	Bica 2
3	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Básica	Bica 1**
4	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Básica	Bica 1
5	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Básica	Bica 2
6	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Básica	Bica 2
7	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Básica	Bica 1**
8	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Básica	Bica 1
9	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Básica	Bica 2
10	IAPAR 83	Irati - PR	2008/2008	Básica	Bica 2

** Sementes miúdas resultantes do aproveitamento da operação de peneiração, na máquina de ar e peneira.

5.2 Teste de germinação

Conduzido utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes, semeadas sobre duas folhas de papel toalha (germitest), coberta com uma terceira folha umedecidas com 2,5 vezes a massa do papel com água destilada e acondicionados em saco plástico transparente e mantidas a temperatura de 20°C (MACHADO, 2010).

Visando a manutenção da umidade do substrato para o teste de germinação, o conjunto de rolos de papel toalha com as sementes foram acondicionados em sacos plásticos de 0,033 mm perfurados conforme metodologia desenvolvida por (COIMBRA et al. 2007).

As contagens das plântulas normais foram efetuada no quarto dia após a semeadura e no sétimo dia foram avaliadas as plântulas normais, anormais, sementes dormentes e mortas e calculadas as porcentagens dessas.

5.3 Primeira contagem da germinação

Foi feita a avaliação a partir dos dados obtidos na data da primeira contagem do teste de germinação, contabilizando-se as plântulas normais presentes no quarto dia após a semeadura (MACHADO, 2010).

5.4 Massa de mil sementes

Determinado utilizando-se 8 subamostras de 100 sementes cujas massas foram determinadas em balança de precisão 0,001g, para cada lote, expressando-se os valores médios conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

5.5 Condutividade elétrica

As sementes foram retiradas ao acaso das amostras, descartando-se aquelas com danos visíveis no tegumento e realizando a seguir a pesagem das mesmas em balança analítica com precisão de 0,0001g. A seguir, 50 sementes foram colocadas em copos plásticos para embeber em água destilada a 20°C por 24 horas em volume de água de 250 mL (MACHADO et al., 2011). A condutividade elétrica da solução foi determinada com um condutivímetro de bancada modelo Digimed DM 31 e os resultados foram expressos em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

5.6 Teste de emergência de plântulas em campo

Este teste foi conduzido em canteiros no interior da casa de vegetação telada. A semeadura foi realizada em maio de 2010, uma vez que de acordo com a (CATI, 2002) esta é a época de semeadura recomendada para a espécie. As parcelas foram constituídas por dois sulcos de 1,5m, espaçados de 0,2m, semeando-se 50 sementes por sulco a profundidade de 4 a 5 cm. A irrigação foi feita diariamente, visando manter a umidade do solo em nível adequado.

Aos 14 dias após a semeadura, foram contabilizadas as plântulas normais emersas calculada a porcentagem de emergência de plântulas em campo (NAKAGAWA, 1994).

5.7 Metodologias do teste de envelhecimento acelerado

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 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). Também foram estudados dois períodos de exposição das sementes a essas umidades: 48 e 72 horas.

Assim, para cada tratamento e lote foram utilizadas 220 sementes, distribuídas em camada única sobre uma tela de alumínio, inserida em caixas plásticas (11 x11 x 3,5cm) próprias para o teste de envelhecimento acelerado (MCDONALD; PHANEENDRANATH, 1978).

No fundo de cada caixa plástica foi adicionada água destilada 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 41 e 42 °C pelos períodos de exposição pré estabelecidos.

Após cada tratamento foi determinado o vigor das sementes, utilizando-se o mesmo procedimento do teste de germinação, mas com contagem no quarto dia e o grau de umidade das sementes.

5.8 Armazenamento

Com o objetivo de identificar os lotes mais favoráveis ao armazenamento, dez lotes de sementes foram armazenadas por dezoito meses em três condições: em sacos de papel mantidos em condições de ambiente de laboratório; e em câmara B.O.D em sacos multifoliados impermeáveis mantidos nas temperaturas de 1 e de 10 °C. No armazenamento em condições de ambiente os dados de temperatura máxima e mínima e umidade relativa, foram fornecidos pelo Departamento de Ciências

Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas- UNESP. Para o armazenamento as sementes foram secadas até grau de umidade abaixo de 8%. Em intervalos trimestrais as sementes foram avaliadas quanto à germinação e ao grau de umidade (MACHADO, 2010).

5.9 Procedimento estatístico

No procedimento estatístico, os dados obtidos nos testes de caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira, e os dados obtidos para os testes de envelhecimento acelerado, foram submetidos a análises de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade (FERREIRA, 2000).

Para a avaliação das metodologias do teste de envelhecimento acelerado, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Para as médias obtidas para o envelhecimento acelerado em água condicionados por 72 horas na temperatura de 42 °C foram realizadas transformações a $(x + 0,5)^{1/2}$.

Para a avaliação do armazenamento das sementes, o delineamento experimental utilizado também foi o inteiramente casualizado, e os tratamentos consistiram do esquema fatorial de 10 x 3 (lotes x ambientes de armazenamento), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos á análise de variância, e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-knott a o nível de 5% de significância. Os dados obtidos para os tratamentos de metodologias de envelhecimento foram correlacionados, pelo método de Pearson, com os dados de primeira contagem, porcentagem de germinação, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo e períodos de armazenamento sob diferentes condições.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira

A caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes mostra que o grau de umidade inicial das sementes apresentou valor médio de 14,2% entre os lotes (Tabela 2); atendendo a recomendação de Marcos Filho (1999), sobre a comparação de amostras que apresentem grau de umidade similar antes do envelhecimento.

Para os resultados de massa de mil sementes (Tabela 2), verificou-se que as sementes dos lotes 1, 2 e 10 foram as que apresentaram massa superior, seguido dos lotes 9, 4, 5, 6, 3, 7 e 8 que apresentaram massas respectivamente inferiores. As sementes maiores e de maior densidade são as que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, potencialmente, as mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O resultado do teste de germinação indica diferenças de qualidade entre os lotes (Tabela 2).

Tabela 2. Médias do grau de umidade (U), massa de mil sementes (M 1000), primeira contagem (PC), porcentagem germinação (G), emergência de plântulas em campo (EPC) e condutividade elétrica (CE) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira. Botucatu, SP, 2010.

Lotes	U (%)	M 1000 (g)	PC (%)	G (%)	EPC (%)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)
1	14,0	150,24 a	56 b	98 a	86 b	12,94 e
2	14,1	149,04 a	47 c	97 a	94 a	18,18 d
3	14,1	107,44 f	42 d	95 b	88 b	21,24 c
4	14,1	144,40 c	66 a	94 b	87 b	18,15 d
5	14,2	136,66 d	31 e	84 c	82 c	28,02 b
6	14,2	133,13 e	38 d	75 d	68 d	38,71 a
7	14,6	96,03 g	45 c	85 c	86 b	23,87 c
8	14,0	94,04 h	44 c	76 d	80 c	28,41 b
9	14,3	146,50 b	42 d	100 a	93 a	18,67 d
10	14,4	150,04 a	32 e	92 b	89 b	16,79 d
CV(%)	1,97	1,00	7,03	2,72	4,15	15,00

*Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados dos testes se assemelham quando avaliados pelo teste de germinação e porcentagem de emergência de plântulas, nos quais a classificação das classes de vigor foi similar para a maioria dos lotes avaliados (Tabela 2).

Os resultados do teste de emergência de plântula em campo (Tabela 2), mostraram diferenças significativas entre os lote avaliados, classificando os lotes 2 e 9 como de qualidade fisiológica alta; os lotes 1, 3, 4, 7 e 10 como de qualidade médio alto, e os lotes 5, 6 e 8 como de qualidade baixa..

O teste de condutividade elétrica também mostrou diferença significativa entre os lotes avaliados de ervilha forrageira (Tabela 2). O teste se mostrou eficiente para avaliar a qualidade dos lotes, uma vez que o princípio do teste propõem que lotes de qualidade alta devem apresentar menor condutividade elétrica, o que é justificado observando-se que os lotes 1, 2, 3, 4, 9 e 10 apresentaram valores superiores para porcentagem de germinação, coincidindo com os menores valores de condutividade elétrica, enquanto que os lotes 5, 6 e 8 que apresentaram porcentagem de germinação baixa apresentaram a maior condutividade elétrica.

De modo similar, Binotti et al., (2008) observaram que o teste de condutividade representa uma boa opção para avaliação do vigor sementes de feijão-

caupi, de maneira que o aumento das quantidades de lixiviados está relacionado com o declínio na germinação e vigor de sementes.

6.2 Teste de envelhecimento acelerado com água

O resumo da análise de variância e coeficientes de variação para sementes de ervilha forrageira submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com água nas temperaturas de 41 e 42 °C nos períodos de exposição de 48 e 72 horas, mostra que os 10 lotes de sementes diferem quanto às classes de vigor (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para o envelhecimento acelerado em água de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamentos (48 e 72 horas) nas temperaturas de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios			
		41 °C		42 ° C	
		48h	72h	48h	72h ¹
Tratamentos	9	789,82*	1268,10*	736,00*	51,21*
Erro	30	46,13	70,10	34,13	6,10
Total	39				
CV (%)		10,09	22,30	20,15	16,61

*Significativo 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

¹ Para as medias obtidas para o envelhecimento acelerado em água condicionadas por 72 horas á temperatura de 42 °C foram realizadas transformações a $(x + 0,5)^{1/2}$.

Para o teste de envelhecimento acelerado com água (Tabela 4) na temperatura de 41 °C e período de exposição de 48 horas foi possível separar os lotes em quatro classes de vigor, identificando os lotes 1 e 2 como alto vigor, os lotes 4, 9 e 10 como de qualidade médio- alto vigor, e o lote 3, 5, 7 e 8 como pertencentes a classes de médio-baixo vigor , e o lote 6 de baixo vigor. Para o período de exposição de 72 horas foi possível separar os lotes em quatro classes de vigor apontando o lote 1 com alto vigor os lotes 2, 9 e 10 como médio-alto vigor e os lotes 4 e 5 como os de médio-baixo vigor e os de baixo vigor 3, 6, 7 e 8 (Tabela 4).

O teste de envelhecimento acelerado com água na temperatura de 42 °C com o período de exposição de 48 horas permitiu a separação dos lotes em quatro classes de vigor, apontando o lote 1 como de alto-vigor os lotes 9 e 10 como qualidade médio-alto e os lotes 2, 3, 4, 5, 6 e 7 como de médio-baixo vigor, e o lote 8 como de baixo vigor.

Tabela 4. Envelhecimento acelerado em água (%) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamento (48 e 72 horas) nas temperaturas de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Envelhecimento acelerado em água (%)			
	41 °C		42 °C	
	48h	72h	48h	72h ¹
1	84 a	69 a	62 a	4 a
2	85 a	56 b	28 c	3 a
3	64 c	21 d	24 c	3 a
4	69 b	35 c	25 c	3 a
5	58 c	31 c	24 c	2 a
6	43 d	22 d	21 c	2 a
7	60 c	20 d	26 c	2 a
8	54 c	20 d	10 d	1 a
9	78 b	53 b	37 b	3 a
10	77 b	46 b	32 b	2 a
CV(%)	10,09	22,30	20,15	16,61

*Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade.

¹ Para as médias obtidas para o envelhecimento acelerado em água condicionadas por 72 horas na temperatura de 42 °C foram realizadas transformações a $(x + 0,5)^{1/2}$.

O teste de envelhecimento acelerado tradicional com água na temperatura de 42 °C por 72 horas foi o menos eficiente, pois provocou redução drástica na porcentagem de germinação (Tabela 4) e não originou resultados concordantes com a qualidade inicial obtida pela caracterização das sementes, para a maioria dos lotes por meio dos testes de germinação, emergência e condutividade elétrica (Tabela 2). Segundo Santos; Menezes; Villela, (2004), a partir de 72 horas de envelhecimento artificial para sementes de feijão, há reduções na atividades de enzimas fosfatase ácida e esterase. Para esses autores, alterações da atividade enzimática de sementes, podem provocar em lotes de alta germinação, acentuadas diferenças em resposta ao processo de envelhecimento.

Portanto, o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água na temperatura de 41 °C por 48 horas foi o mais eficiente, pois os resultados e classificação do vigor dos lotes foi semelhante ao verificado pelo teste de germinação, emergência de plântulas em campo e condutividade elétrica.

De modo diferente Dutra; Teófilo (2007) concluíram que a combinação de 42 °C por 48 h no teste de envelhecimento acelerado foi a mais adequada para a avaliação do potencial fisiológico das sementes de feijão-caupi.

Ao observado na tabela 4 com 42°C e 48 horas mesmo resultado foi observado por Dutra; vieira (2004) para sementes de soja, onde recomendam o uso de 42 °C por 48 horas, distribuição em camada única.

O grau de umidade dos dez lotes de sementes de ervilha forrageira, após as diferentes metodologias utilizadas neste trabalho para os testes de envelhecimento acelerado com água (Tabela 5) não apresentaram diferenças importantes e a variação do grau de umidade entre os lotes de sementes situou-se entre 3 a 4 % de tolerância, sugerido como indicativo da boa condução do teste envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 1999); exceto para 41 °C por 48 horas, condição que mais promissor ocasionou diferenças no grau de umidade entre alguns lotes (1, 2 e 4 em comparação aos demais) superiores ao permitido.

Embora o grau de umidade seja um indicativo muito utilizado para avaliar a eficiência da condução do teste de envelhecimento acelerado, variações ligeiramente acima dos valores sugeridos, têm sido relatadas em trabalhos de validação de metodologias para esse teste (RAMOS et al., 2004), sem no entanto comprometer os resultados.

Tabela 5. Grau de umidade (%) após o envelhecimento acelerado em água (100% UR) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamento (48, 72 horas) a temperatura de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Grau de umidade após envelhecimento acelerado em água (%)			
	41 °C		42 °C	
	48h	72 h	48h	72h
1	30,1	34,4	33,0	33,0
2	32,5	33,3	35,1	33,1
3	38,1	35,1	34,2	33,5
4	33,0	33,1	30,1	33,2
5	39,1	35,2	35,2	33,5
6	35,5	35,0	33,0	34,3
7	38,7	35,3	34,5	33,5
8	34,0	34,0	33,0	33,8
9	38,5	34,4	35,0	33,0
10	37,1	34,2	33,2	33,1

6.3 Teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de KCl

O resumo da análise de variância e coeficientes de variação para sementes de ervilha forrageira submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de KCl nas temperaturas de 41 e 42 °C e nos períodos de exposição de 48 e 72 horas, mostra que os 10 lotes de sementes apresentaram diferenças de vigor (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para o envelhecimento acelerado com solução saturada de KCl (87% UR) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamentos (48 e 72 horas) nas temperaturas de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios			
		41 °C		42 °C	
		48h	72h	48h	72h
Tratamentos	9	442,66*	527,12*	427,21*	1206,62*
Erro	30	35,73	50,90	41,30	66,53
Total	39				
CV (%)		8,42	10,07	8,93	13,35

*Significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Percebe-se que na temperatura de exposição de 41 °C, ambos os períodos de exposição classificaram os lotes de modo semelhante.

Para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de KCl (Tabela 7) na temperatura de 41 °C com o período de exposição de 48 horas foi possível separar os lotes em três classes de vigor, identificando os lotes 9 e 10 de alto vigor, os lotes 1, 2, 3, 4, 7 e 8 como de médio vigor e os lotes 5 e 6 como de baixo vigor.

Para o período de exposição de 72 horas de exposição também foi possível separar os lotes em três classes de vigor identificando os lotes 1 e 9 como os de alto vigor, e os lotes 2, 3, 4, 7, 8 e 10 como de vigor médio, e os lotes 5 e 6 como de baixo vigor (Tabela 7).

Tabela 7. Envelhecimento acelerado (%) com solução saturada de KCl (87% UR) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamento (48 e 72 horas) na temperatura de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Envelhecimento acelerado em KCl			
	41 °C		42 °C	
	48h	72h	48h	72h
1	75 b	86 a	86 a	78 a
2	71 b	75 b	81 a	72 a
3	69 b	72 b	75 b	68 a
4	68 b	71 b	72 b	77 a
5	53 c	52 c	64 c	39 c
6	55 c	51 c	47 d	24 d
7	77 b	76 b	73 b	69 a
8	74 b	69 b	69 b	54 b
9	82 a	81 a	80 a	64 b
10	86 a	76 b	73 b	64 b
CV. (%)	8,42	10,07	8,93	13,35

*Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de KCl na temperatura de 42 °C com o período de exposição de 48 horas permitiu a separação dos lotes em quatro classes de vigor, selecionando os lotes 1, 2 e 9 como de alto vigor e os lotes 3, 4, 7 e 10 como de médio-alto vigor, o lote 5 como médio-baixo vigor e o lote 6 como de baixo vigor. Para o período de exposição de 72 horas a separação dos lotes também foi feita em quatro classes de vigor apontando os lotes 1, 2, 3, 4 e 7 como aqueles de alto vigor, os lotes 8, 9 e 10 de vigor médio-alto, o lote 5 como de vigor médio-baixo e o lote 6 como de baixo vigor (Tabela 7).

Para o teste de envelhecimento acelerado utilizando solução saturada de KCl, os tratamentos com tempo de condicionamento de 48 horas nas temperaturas de 41 e 42 °C e 48 horas a 72 horas foram promissores para separar o vigor dos lotes. No entanto, somente as metodologias de 41 °C por 72 horas e 42 °C por 48 horas apresentaram resultados que se assemelharam ao teste de germinação, primeira contagem, emergência de plântulas em campo e condutividade elétrica quanto à classificação dos lotes em classes de vigor (Tabela 2).

O grau de umidade dos dez lotes de sementes de ervilha forrageira após os testes de envelhecimento acelerado não apresentaram diferenças com o uso de solução salina de cloreto de potássio (Tabela 8).

Tabela 8. Grau de umidade (%) após o envelhecimento acelerado em solução saturada de KCl (87% UR) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamento (48 e 72 horas) nas temperaturas de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Grau de umidade do envelhecimento acelerado em KCl (%)			
	41 °C		42 °C	
	48h	72h	48h	72h
1	14,5	19,1	17,8	17,0
2	14,5	17,8	17,1	17,3
3	14,4	16,4	18,1	17,5
4	14,2	17,4	17,5	17,2
5	14,2	16,2	18,7	17,3
6	14,3	17,9	18,5	16,1
7	13,3	17,5	18,7	17,0
8	14,3	17,0	17,1	18,5
9	14,2	17,1	17,5	17,4
10	13,1	17,0	18,8	17,2

Verificou-se que as condições de envelhecimento com o uso de solução de sal promoveram efeitos menos drásticos, pois ao atingir menores teores de água, o grau de deterioração das sementes foi atenuado em relação ao normalmente verificado com o uso do método tradicional. Esses resultados se assemelham com os verificados por Dutra; Vieira, (2004) em estudos realizados com sementes de soja.

6.4 Teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl

O resumo da análise de variância e coeficientes de variação para a porcentagem de germinação de sementes de ervilha forrageira submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl nas temperaturas de 41 e 42 °C e nos períodos de exposição de 48 e 72 horas, mostra que foi possível classificar os 10 lotes de sementes em diferentes classes de vigor por meio de todas as metodologias utilizadas (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para o envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (76% UR) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamentos (48 e 72 horas) nas temperaturas de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios			
		41 °C		42 °C	
		48h	72h	48h	72h
Tratamentos	9	430,84*	312,54*	541,87*	398,71*
Erro	30	54,20	65,70	120,50	97,13
Total	39				
CV (%)		11,34	10,81	16,15	16,65

* Significativo 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Pelo teste do envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl a 41 °C por 48 horas foi possível separar os lotes em três classes de vigor selecionando os lotes 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 e 10 como de alto-vigor, o lote 8 como de médio vigor e o lote 6 como de baixo vigor (Tabela 10). Utilizando-se a metodologia de envelhecimento a 41 °C por 72 horas foi possível separar os lotes em três classes de vigor: os lotes 1, 5, 7, 9 e 10 como de alto vigor, os lotes 2, 3, 4 e 8 como de médio vigor e o lote 6 como de baixo vigor (Tabela 10).

Tabela 10. Envelhecimento acelerado (%) com solução saturada de NaCl (76% UR) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamento (48 e 72 horas) na temperatura de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Envelhecimento acelerado em NaCl (%)			
	41 °C		42° C	
	48h	72h	48h	72h
1	82 a	81 a	80 a	63 a
2	80 a	61 b	73 a	51 b
3	76 a	58 b	68 a	59 b
4	76 a	54 b	68 a	57 b
5	71 a	68 a	55 b	59 b
6	54 c	46 c	43 b	38 c
7	75 a	75 a	64 a	70 a
8	67 b	63 b	76 a	55 b
9	83 a	69 a	76 a	71 a
10	83 a	71 a	77 a	69 a
CV.(%)	10,81	11,34	16,15	16,65

*Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O teste de envelhecimento acelerado utilizando-se a metodologia de solução saturada de NaCl e 42 °C por 48 horas permitiu a separação dos

lotes em somente duas classes de vigor: os lotes 1, 2, 3, 4, 7, 8 e 10 seriam de alto vigor e os demais de baixo vigor. Para o período de exposição de 72 horas obteve-se a separação dos lotes em três classes de vigor: lotes 1, 9 e 10 seriam de alto vigor, os lotes 2, 3, 4, 5 e 8 de médio vigor e o lote 6 de baixo vigor (Tabela 10).

No entanto, os resultados pouco se assemelham à classificação de vigor por meio dos demais testes de referência apresentados na Tabela 2, como o teste de germinação, condutividade elétrica e, principalmente, a emergência de plântulas em campo.

Estes resultados divergem dos obtidos por Nascimento et al. (2007) que encontraram como eficiente na avaliação do vigor de sementes de ervilha o período de exposição de 48 horas para o teste de envelhecimento acelerado com e sem uso de solução saturada de sal (NaCl), à temperatura de 41 °C.

O grau de umidade dos dez lotes de sementes de ervilha forrageira após os testes de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl não apresentaram diferenças significativas entre os lotes de sementes para todos os tratamentos avaliados (Tabela 11).

Tabela 11. Grau de umidade (%) após o envelhecimento acelerado em solução saturada de NaCl (76% UR) de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamento (48 e 72 horas) nas temperaturas de 41 e 42 °C. Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Grau de umidade após envelhecimento acelerado NaCl (%)			
	41 °C		42 °C	
	48h	72h	48h	72h
1	14,5	13,9	14,3	15,5
2	15,5	14,0	14,3	14,2
3	14,4	14,0	15,6	15,9
4	14,2	14,2	13,4	15,9
5	15,2	14,2	14,4	15,8
6	14,3	13,8	16,1	15,7
7	15,6	13,1	14,8	14,0
8	14,3	13,9	14,4	14,3
9	13,2	14,2	16,1	14,0
10	14,2	13,8	15,6	14,4

As correlações simples (r) entre os resultados do teste de germinação, emergência de plântulas em campo, condutividade elétrica e as diversas metodologias de envelhecimento acelerado avaliadas foram significativas. Enquanto para primeira contagem de germinação houve correlações significativas apenas com os

testes de envelhecimento com água a 42 °C por 72 horas, e com solução saturada com KCl a 41 °C por 72 horas e a 42 °C por 48 e 72 horas (Tabela 12).

Os resultados de correlação simples entre as médias dos testes de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado nas diferentes metodologias (Tabela 12) indicaram correlação negativa entre os testes. Isto significa que aumentos nos valores de condutividade elétrica corresponderam a queda nos níveis de vigor das sementes e, este fato, concorda com relatos da literatura, onde aumentos nos índices de condutividade elétrica corresponderam à maior lixiviação de solutos e, portanto, à diminuição na qualidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO et al., 1986; MARTINS et al., 2002; MARCOS FILHO, 2005).

Na avaliação da qualidade das sementes as médias dos lotes submetidos à diversas metodologias de envelhecimento acelerado e apresentadas nas Tabelas 4, 7 e 10 foram comparadas às médias dos testes de vigor de referência apresentados na Tabela 2, que são germinação, condutividade elétrica e principalmente, emergência de plântulas em campo. Adicionalmente, os testes avaliados devem apresentar alta correlação com os resultados da emergência de plântulas em campo (Tabela 12).

Isto é importante, pois se deseja que os testes de vigor sejam capazes de identificar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes visando aqueles com maiores chances de apresentarem um melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 2005). Esse tipo de informação pode ajudar a tomada de decisões internas das empresas produtoras de sementes quanto ao destino de determinado lote, quanto à região de comercialização ou à conveniência de armazenar ou vendê-lo num curto espaço de tempo e, deste modo, esses testes são componentes essenciais do programa de controle de qualidade (BERKEY, 1993; MARCOS FILHO, 1999).

Tabela 12 . Correlação simples (r) entre os resultados dos testes de germinação do envelhecimento acelerado (tempo de armazenamento) com os resultados dos testes de primeira contagem (PC), germinação (G) e emergência de plântulas em campo (EPC) e condutividade elétrica (CE) utilizados na caracterização dos lotes de sementes de ervilha forrageira, Botucatu, SP, 2010.

Solução	Tempo de armazenamento	PC	G	EPC	CE
Água (100%UR)	41 °C/48h	0,2827	0,7798**	0,715**	-0,7983**
	41 °C/72h	0,1989	0,6308**	0,4701**	-0,6296**
	42 °C/48h	0,2188	0,587**	0,3039*	-0,5698**
	42 °C/72h	0,2800*	0,6904**	0,4298**	-0,5408**
KCl (87%UR)	41 °C/48h	0,1358	0,4521**	0,4958**	-0,5875**
	41 °C/72h	0,3777**	0,6049**	0,5942**	-0,6632**
	42 °C/48h	0,3032*	0,7226**	0,6984**	-0,7989**
	42 °C/72h	0,6134**	0,6716**	0,6919**	-0,8100**
NaCl (76%UR)	41 °C/48h	-0,0378	0,3131*	0,3907**	-0,5138**
	41 °C/72h	0,1451	0,6114**	0,7238**	-0,6521**
	42 °C/48h	0,234	0,5178**	0,4667**	-0,6424**
	42 °C/72h	0,0495	0,3793**	0,4706**	-0,4084**

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Assim, os resultados indicam que o teste de envelhecimento acelerado com água nas condições 41 °C por 48 horas, e em solução saturada com KCl a 41 °C por 72 horas e a 42 °C por 48 horas (Tabelas 2, 4 e 7) foram os mais eficientes por possibilitar a classificação dos lotes de sementes de ervilha forrageira em níveis de vigor semelhante ao verificado na maioria dos testes de referência (germinação, emergência de plântulas em campo e condutividade elétrica) além de correlação simples significativa com estes testes (Tabela 12). Portanto, estas condições de testes de envelhecimento serão estudadas com maior ênfase na etapa seguinte, na avaliação do armazenamento.

6.5 Armazenamento de sementes de ervilha forrageira

As temperaturas e umidade relativa do ambiente vigentes no período do armazenamento das sementes estão apresentadas nas Figuras 1 e 2 respectivamente. A temperatura situou-se entre 15 e 25 °C e a umidade relativa entre 29 e 70%, destacando-se que somente nos últimos três meses de armazenamento a umidade

relativa situou-se acima dos 55%; condições que podem ser consideradas como favoráveis ao armazenamento em armazéns sem controle de umidade e temperatura e em embalagem de papel permeável, que foi um dos tratamentos avaliados neste trabalho e explica a manutenção parcial da germinação dos diferentes lotes de sementes de ervilha armazenados nestas condições (Tabela 14). Nesta situação, de baixa umidade relativa e temperatura a maioria das sementes mantém a qualidade fisiológica adequada por 8 a 10 meses ou mais, acondicionadas em embalagens de papel permeável ou semi-permeável (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

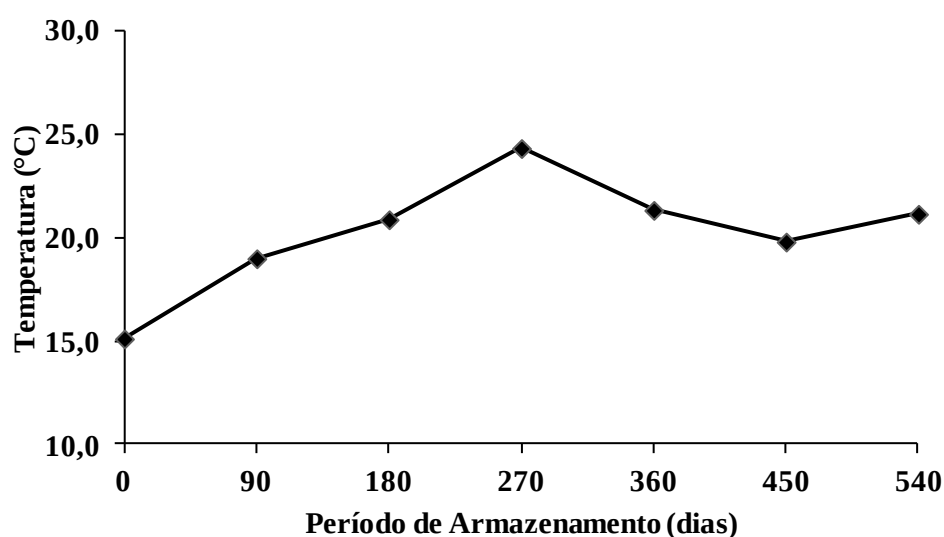


Figura 1. Temperatura média mensal do ar registrada no decorrer do período de armazenamento de sementes de ervilha forrageira em ambiente de laboratório. Botucatu-SP, 2010 e 2011.

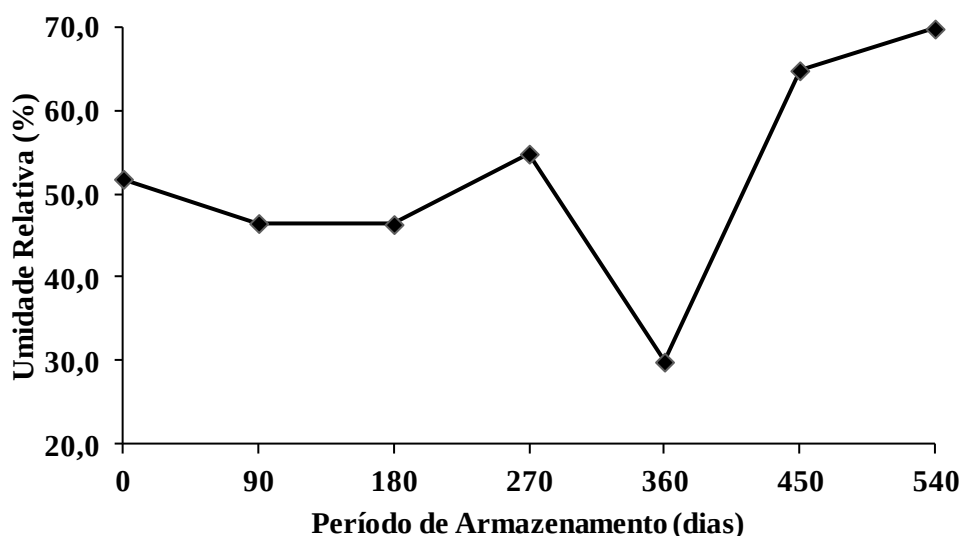


Figura 2. Média diária da umidade relativa do ar registrada no decorrer do período de armazenamento de sementes de ervilha forrageira em ambiente de laboratório. Botucatu-SP, 2010 e 2011.

Estes casos de inconsistência que ocasionaram perda de credibilidade dos testes avaliados foram correlações negativas entre os testes de primeira contagem, germinação, emergência de plântulas em campo, envelhecimento acelerado com água ou solução salina e germinação após o armazenamento, pois a perda de vigor ocasiona a redução de desempenho das sementes em todos estes parâmetros (MARCOS FILHO, 2005). Outros casos de inconsistência seriam, aumentos nos valores de condutividade elétrica correspondendo a elevação nos níveis de vigor da sementes e, este fato, discorda de relatos da literatura, onde os aumentos nos índices de condutividade elétrica corresponderam à maior lixiviação de solutos e, portanto, à diminuição na qualidade fisiológica das sementes (McDONALD; WILSON, 1979; POWELL, 1986), ou seja, correlação positiva entre condutividade elétrica e resultados dos demais testes de avaliação de desempenho e por isso, não foram considerados na análise de qualidade dos lotes.

Para o envelhecimento com água observou-se correlações significativas entre os resultados dos testes de envelhecimento acelerado e dos períodos de armazenamentos nos diferentes ambientes. No entanto, observa-se que entre as sementes envelhecidas com o tratamento 41 °C por 48 horas e as sementes armazenadas a 1 °C houve correlações significativas para todos os períodos de armazenamento,

sendo essas correlações positivas nos períodos de 0 a 360 dias de armazenamento (Tabela 13). Esse resultado indica que o teste de envelhecimento acelerado com água por 41 °C por 48 horas foi eficiente para avaliar o vigor de ervilha forrageiras quando armazenadas a 1 °C, no período de 360 dias.

Comparando-se os resultados da porcentagem de germinação, dentro de um mesmo ambiente foram observadas diferenças significativas entre os lotes para todos os períodos de armazenamento (Tabela 14). Esses resultados podem ser atribuídos às diferenças da qualidade inicial entre os lotes (Tabela 2). O armazenamento na condição do ambiente de laboratório foi menos eficiente para conservar a capacidade de germinação das sementes de ervilha forrageira. Observou-se uma queda rápida e acentuada na porcentagem de germinação para os lotes no intervalo entre o início do armazenamento até 180 dias após o armazenamento.

De maneira geral não houve diferença na porcentagem de germinação para os lotes de sementes quando armazenados nas temperaturas de 1 °C ou 10 °C até os 270 dias após, a partir desse período até os 540 dias observou-se uma diminuição acentuada na porcentagem de germinação dos lotes de sementes armazenadas no ambiente com temperatura de 1 °C, enquanto na condição de armazenamento na temperatura de 10 °C a redução da porcentagem de germinação foi menor ao período final de armazenamento (Tabela 14).

Tabela 13. Correlação simples (r) entre os resultados do envelhecimento acelerado de dez lotes de sementes de ervilha forrageira em água após dois períodos de condicionamentos (48, 72 horas) á temperatura de 41°C e 42°C com os resultados da germinação após 0, 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias de armazenamento em condições não controladas do ambiente laboratório (AL), 1 °C e 10°C. Botucatu, SP, 2010.

Envelhecimento	Armazenamento	Germinação após armazenamento (dias)					
		0	90	180	270	360	540
41 °C/48h	AL	0,3306*	0,1886	-0,1299	-0,1041	-0,0159	-0,2122
	1°C	0,3306*	0,1925**	0,5836**	0,4300**	0,6400**	-0,3398*
	10°C	0,3306*	0,2544	0,2925*	0,0394	0,6110**	0,0038
41 °C/72h	AL	0,2374	-0,3225*	-0,2405	-0,2148	-0,1498	-0,2550
	1°C	0,2374	-0,0226	0,4567	0,3274	0,5441	-0,4081
	10°C	0,2374	0,2089	0,3237	0,0462	0,5230	-0,2262
42 °C/48h	AL	0,1112	-0,5173**	-0,3398*	-0,3390*	-0,2947*	-0,4199**
	1°C	0,1112	-0,0368	0,3517*	0,0350	0,4138**	-0,4545**
	10°C	0,1112	0,1752	0,3326*	0,0849	0,3838**	-0,3457*
42 °C/72h	AL	0,1381	-0,4481**	-0,1984	-0,1565	-0,1007	-0,1543
	1°C	0,1381	0,0758	0,3013*	0,3186*	0,4415**	-0,3160*
	10°C	0,1381	0,3049*	0,3390*	0,1736	0,4616**	-0,1199

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 14. Germinação (%) durante o armazenamento das sementes na temperatura condições não controladas do ambiente laboratório (AL), 1 °C e 10 °C após 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias de dez lotes de sementes de ervilha forrageira, Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Período de armazenamento (dias)								
	90			180			270		
	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C
1	30 Cc	56 Bb	69 Aa	29 Bc	87 Aa	78 Aa	28 Bd	78 Ab	78 Aa
2	57 Aa	51 Ab	57 Ab	36 Cc	81 Aa	68 Ba	35 Bd	78 Ab	73 Aa
3	51 Bb	68 Aa	61 Ab	47 Bb	83 Aa	69 Aa	41 Bc	72 Ab	74 Aa
4	31 Bc	65 Aa	75 Aa	71 Aa	82 Aa	79 Aa	73 Aa	78 Ab	75 Aa
5	48 Bb	80 Aa	66 Ab	70 Aa	72 Ab	76 Aa	62 Bb	75 Ab	71 Aa
6	40 Bb	44 Ab	54 Ab	49 Ab	64 Bb	48 Ab	44 Ac	53 Bc	76 Ba
7	62 Aa	73 Aa	64 Ab	73 Aa	81 Aa	44 Bb	67 Bb	78 Ab	82 Aa
8	65Aa	72 Aa	75 Aa	73 Aa	72 Ab	35 Bc	71 Aa	84 Aa	78 Aa
9	47 Bb	74 Aa	84 Aa	85 Aa	90 Aa	70 Ba	79 Aa	89 Aa	86 Aa
10	68 Aa	67 Aa	72 Aa	79 Aa	87 Aa	31 Ac	77 Aa	88 Aa	85 Aa
CV (%)	14,67	14,67	14,67	13,06	13,06	13,06	11,08	11,08	11,08
Lotes	360			450			540		
	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C
	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C
1	24 Bc	90 Aa	85 Aa	10 Cc	27 Bd	56 Ac	10 Ac	25 Bc	59 Ab
2	31 Bc	89 Aa	86 Aa	29 Bb	39 Bd	70 Ab	26 Bb	38 Bb	57 Ab
3	32 Bc	82 Aa	79 Aa	14 Cc	53 Bc	73 Ab	12 Ac	43 Bb	58 Cb
4	63 Ba	88 Aa	86 Aa	55 Ba	79 Ab	83 Aa	52 Aa	61 Aa	55 Ab
5	49 Bb	80 Aa	75 Ab	48 Ba	81 Ab	72 Ab	43 Ba	71 Aa	47 Ab
6	38 Bc	68 Ab	67 Ab	36 Ba	68 Ab	67 Ab	32 Bb	58 Aa	57 Ab
7	57 Bb	71 Ab	70 Ab	48 Ba	83 Ab	85 Aa	47 Ba	69 Aa	67 Aa
8	63 Aa	71 Ab	71 Ab	51 Ba	80 Ab	81 Aa	51 Ba	66 Aa	67 Aa
9	72 Aa	80 Aa	80 Aa	53 Ba	92 Aa	88 Aa	53 Ba	79 Aa	67 Aa
10	71 Aa	77 Ab	77 Aa	42 Ba	90 Aa	82 Aa	42 Ba	68 Aa	66 Aa
CV (%)	11,10	11,10	11,10	15,18	15,18	15,18	18,00	18,00	18,00

Para comparações realizadas dentro de cada período de armazenamento, médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 15. Correlação simples (r) entre os resultados do envelhecimento acelerado com uso de solução saturada de cloreto de sódio de dez lotes de sementes de ervilha forrageira após dois períodos de condicionamento (48 e 72 horas) na temperatura de 41 e 42 °C com os resultados da germinação após 0, 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias de armazenamento em condições não controladas do ambiente laboratório (AL), 1 °C e 10°C. Botucatu, SP, 2010.

Envelhecimento	Armazenamento	Germinação após o armazenamento (dias)							
		0	90	180	270	360	450	540	
41 °C/48h	AL	0,2543	0,0328	0,0559	0,0105	0,0874	-0,1320	-0,1061	
	1 °C	0,2543	0,1134	0,4342**	0,3208*	0,1347	-0,0890	-0,0642	
	10 °C	0,2543	0,3033*	0,0435	0,1670	0,0873	0,0733	0,3233*	
41 °C/72h	AL	0,3405*	-0,0317	0,0376	0,0567	0,0717	-0,0783	-0,0401	
	1 °C	0,3405*	0,1487	0,4804**	0,4668**	0,3921**	-0,0299	-0,0193	
	10 °C	0,3405*	0,4002**	0,2361	0,1189	0,3933**	0,1538	0,0622	
42 °C/48h	AL	0,3806**	-0,0493	-0,0057	0,0304	0,1737	-0,0590	0,0086	
	1 °C	0,3806**	0,3615*	0,6630**	0,4929**	0,1051	-0,0931	-0,2446	
	10 °C	0,3806**	0,4203**	0,0138	0,2543	0,0741	0,1301	0,2393	
42 °C/72h	AL	0,4870**	0,1396	0,3579*	0,3701**	0,3059*	0,1554	0,1977	
	1 °C	0,4870**	0,2969*	0,4552**	0,4537**	0,0749	0,1784	0,2196	
	10 °C	0,4870**	0,3358*	0,0151	0,1235	0,1200	0,3997**	0,2670*	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 16. Correlação simples (r) entre os resultados do envelhecimento acelerado de dez lotes de sementes de ervilha forrageira com uso de solução saturada de cloreto de potássio após dois períodos de condicionamento (48 e 72 horas) na temperatura de 41 e 42 °C com os resultados da germinação após 0, 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias de armazenamento em condições não controladas do ambiente laboratório (AL), 1 °C e 10°C. Botucatu, SP, 2010.

	Dias	PC	G	EPC	CE
Qualidade Inicial	0	0,3414*	0,3150*	0,5544**	-0,5010**
Ambiente Laboratório	90	-0,6714**	-0,3279*	0,0428	0,2252
	180	-0,2489	-0,141	0,0805	0,1045
	270	-0,1456	-0,081	0,101	0,0501
	360	-0,1181	-0,0352	0,133	0,0084
	450	-0,0759	-0,2231	-0,0468	0,3037*
	540	-0,0752	-0,1998	-0,0131	0,2556
1 °C	90	0,345*	0,2558	0,2695*	-0,3389*
	180	0,2574	0,4654**	0,5884**	-0,6294**
	270	-0,1456	-0,0810	0,101	0,0501
	360	0,4486**	0,6121**	0,5155**	-0,5546**
	450	-0,3287*	-0,2993*	-0,0779	0,2999*
	540	-0,3719**	-0,3266*	-0,0959	0,3386*
10 °C	90	0,1161	0,2641*	0,2856*	-0,3373*
	180	0,4137**	0,5009**	0,2330	-0,3184*
	270	-0,1013	0,1071	0,1313	-0,2148
	360	0,4225**	0,6342**	0,5291**	-0,5514**
	450	0,0017	0,0184	0,2738*	-0,0083
	540	0,0021	-0,053	-0,0787	0,1785

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 15, para o teste de envelhecimento com solução de cloreto de sódio as metodologias promissoras para a identificação de lotes mais longevos no armazenamento seriam: 41°C por 48 horas para armazenamento a 1 °C por 180 e 270 dias ou 10 °C por 90 e 540 dias; 41 °C por 72 horas para armazenamento a 1 °C por 180 até 360 dias ou 10 °C por 90 e 360 dias; 42 °C por 48 horas para armazenamento a 1 °C de zero até 270 dias e a 10 °C por até 90 dias; 42 °C por 72 horas para armazenamento em ambiente de 180 até 360 dias; a 1 °C por zero até 270 dias e 10 °C por 90, 450 e 540 dias.

Na Tabela 16, para o teste de envelhecimento com solução de cloreto de potássio as metodologias promissoras para a identificação de lotes mais longevos no armazenamento seriam: 41 °C por 48 horas para armazenamento em laboratório e a 1 °C por 90 até 270 dias, ambiente de laboratório por 540 dias ou 10 °C por 90, 270, 450 e 540 dias; 41 °C por 72 horas para armazenamento em laboratório até 270 dias e 540 dias, a 1 °C por até 360 dias ou 10 °C por 90, 360 e 540 dias; 42 °C por 48 horas para armazenamento a 1 °C de zero até 360 dias e a 10 °C por até 180 dias e pontualmente 360 dias; 42 °C por 72 horas para armazenamento a 1 °C por zero até 360 dias e pontualmente 540 dias e 10 °C por 90 e 360 dias.

Na avaliação da qualidade das sementes, as médias dos lotes foram comparadas para se obter maior precisão na eficiência dos testes cuja correlação foi significativa, permitindo classificar o desempenho dos lotes em ordem decrescente de vigor. Verificou-se que o resumo da análise de variância e coeficientes de variação para a germinação das sementes de ervilha forrageira armazenadas em condições não controladas do ambiente laboratório (AL), 1 °C e 10°C após 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias mostra que houve diferença entre os 10 lotes de sementes em todos os períodos de armazenamento (Tabela 17).

Tabela 17. Resumo da análise de variância da germinação (%) durante o armazenamento das sementes na temperatura em condições não controladas do ambiente laboratório, 1 °C e 10°C após 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias de dez lotes de sementes de ervilha forrageira, Botucatu, SP, 2010.

Fonte de Var.	Graus de Liberdade	Quadrados médios					
		Período de armazenamento (dias)					
		90	180	270	360	450	540
Temp (T)	2	5106,8**	5046,7**	5348,7**	10963,2**	15729,2**	6560,5**
Lotes (L)	9	1616,4**	801,9**	1152,1**	505,2**	2800,2**	1611,7**
T x L	18	1136,7**	1161,4**	398,8**	595,9**	300,0**	392,6**
CV	(%)	14,67	13,06	11,08	11,10	15,18	18,00

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

O grau de umidade dos dez lotes de sementes de ervilha forrageira adentro de cada período de armazenamento não apresentaram diferenças significativas entre os lotes de sementes para a quase totalidade dos tratamentos avaliados (Tabela 18). Mas verificou-se que a variação do grau de umidade observada nos diferentes lotes de sementes, quando armazenadas no ambiente de laboratório e nas

temperaturas de 1 °C e 10 °C, em relação aos períodos de tempos de armazenamento, não apresentou um padrão, de forma que o lote 1 apresentou ganho de umidade ao final de 540 dias de armazenamento em todos os ambientes de armazenamento, enquanto para os lotes 9 e 10 foi observada a redução do grau de umidade ao final desse período. Essa variação pode estar relacionada com características particulares de cada lote, no entanto esta relação não é claramente explicável.

Tabela 18. Grau de umidade (%) durante o armazenamento das sementes na temperatura de condições não controladas do ambiente laboratório (AL), 1 °C e 10 °C após 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias de dez lotes de sementes de ervilha forrageira, Botucatu, SP, 2010.

Lotes	Período de armazenamento (dias)								
	90			180			270		
	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C
1	7,1	8,9	9,8	7,1	9,8	9,7	9,1	10,2	8,9
2	7,7	9,2	10,2	7,7	9,6	9,8	9,2	9,9	10,2
3	7,6	8,4	10,2	7,6	8,5	9,6	9,4	9,7	10,2
4	8,0	9,0	9,8	8,0	9,2	9,8	9,3	9,7	10,3
5	7,4	8,7	9,4	8,9	9,8	8,5	8,4	8,5	12,8
6	7,7	8,6	9,1	7,7	9,2	9,2	9,6	9,7	9,9
7	8,9	8,8	9,5	8,8	9,2	9,5	9,4	9,6	10,2
8	7,2	9,0	10,0	7,2	9,2	9,6	9,7	9,6	10,5
9	7,6	8,8	8,2	7,6	9,7	7,5	7,5	7,5	10,5
10	7,6	8,9	10,4	7,6	9,6	8,5	8,5	8,5	10,8
Lotes	360			450			540		
	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C	AL	1 °C	10 °C
1	9,0	9,6	9,3	7,6	9,3	9,1	8,3	9,5	10,1
2	8,8	9,5	8,6	7,5	9,3	9,1	8,2	10,1	9,4
3	9,0	9,6	9,1	7,8	9,0	9,6	8,3	9,8	9,8
4	8,9	9,4	9,1	7,4	8,9	9,2	8,2	10,1	9,2
5	8,2	8,4	8,4	7,5	8,2	8,2	7,8	8,6	8,1
6	9,0	9,6	9,0	7,6	9,0	9,1	8,2	9,7	8,0
7	8,6	9,5	9,3	7,2	9,2	9,3	8,0	9,9	9,3
8	9,0	9,5	9,2	7,4	9,2	9,2	8,1	10,2	9,4
9	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
10	8,0	8,5	8,1	7,3	8,1	8,2	7,6	8,7	8,3

Muitos dos lotes classificados como de alto vigor pelos testes mais eficazes identificados na primeira etapa do trabalho, como os lotes 1, 2 e 9 apresentavam-se como de baixo vigor nos diferentes períodos e condições de armazenamento e os de baixo vigor, como o lote 6 apresentou-se como de qualidade

fisiológica similar aos de alto vigor na avaliação do armazenamento. Estas discrepâncias nos resultados podem ter sido causadas por fatores ambientais não controlados e procedimentos adotados na condução da pesquisa (Tabela 18).

A uniformidade do grau de umidade das sementes é um fator primordial para a padronização e confiabilidade dos resultados obtidos nos testes de vigor e de germinação, esses últimos porque a atividade metabólica e velocidade de umedecimento das sementes são eventos diretamente relacionados com o grau de umidade e o processo germinativo. Variações dentro de 2% de teor de água entre os lotes podem ser considerados aceitáveis (MARCOS FILHO, 1999).

A comparação das médias para desempenho das sementes ao longo do tempo de armazenamento e nas diversas condições de ambiente de conservação (Tabela 19), apresentaram resultados contraditórios ou inconsistentes na classificação do vigor dos lotes quando comparados com os resultados do teste de emergência de plântulas em campo e ao conjunto dos demais testes identificados na primeira etapa do trabalho como eficientes na classificação: envelhecimento acelerado com água a 41° C por 48 horas, cloreto de potássio a 42 °C por 48 horas; 41 °C por 72 horas, germinação e condutividade elétrica (Tabelas 2, 4 e 7).

Deste modo, nenhuma das variáveis avaliadas mostrou eficiência na seleção de lotes quanto ao desempenho no armazenamento.

Tabela 19. Correlação simples (r) entre os resultados do envelhecimento acelerado de dez lotes de sementes de ervilha forrageira com uso de solução saturada de cloreto de potássio após dois períodos de condicionamentos (48, 72 horas) à temperatura de 41 e 42 °C com os resultados da germinação após 0, 90, 180, 270, 360, 450 e 540 dias de armazenamento em condições não controladas do ambiente laboratório (AL), 1 °C e 10°C. Botucatu, SP, 2010.

Envelhecimento	Armazenamento	Germinação após armazenamento (dias)							
		0	90	180	270	360	450	540	
41 °C/48h	AL	0,0869	0,3784**	0,3826**	0,3632*	0,1910	0,2554	0,4178**	
	1 °C	0,0869	0,6620**	0,6308**	0,5536**	0,0854	0,1430	0,0603	
	10 °C	0,0869	0,4013**	-0,1939	0,4319**	0,1727	0,3080*	0,4413**	
41 °C/72h	AL	0,0869	0,3784**	0,3826**	0,3632*	0,1910	0,2554	0,5373**	
	1 °C	0,0869	0,6004**	0,5720**	0,5804**	0,3185*	-0,2782*	-0,2797*	
	10 °C	0,0869	0,3447*	0,0801	0,1390	0,4202**	0,1231	0,3909**	
42 °C/48h	AL	0,4898**	-0,0658	-0,1466	-0,1039	-0,0572	-0,2240	-0,1629	
	1 °C	0,4898**	0,3129*	0,5860**	0,4742**	0,4392**	-0,2877*	-0,3529*	
	10 °C	0,4898**	0,3776**	0,3171*	0,1751	0,4709**	0,0313	0,1677	
42 °C/72h	AL	0,5186**	-0,2283	-0,1283	-0,0546	0,0061	-0,1844	-0,1449	
	1 °C	0,5186**	0,4955**	0,5101**	0,4620**	0,4879**	-0,2597	0,3517*	
	10 °C	0,5186**	0,2916*	0,1973	-0,0044	0,4951**	0,1004	0,1694	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

7. CONCLUSÕES

Os testes de envelhecimento acelerado com água a 41° C por 48 horas, cloreto de potássio a 42 °C por 48 horas e 41 °C por 72 horas, são promissores para avaliar o vigor de lotes de sementes de ervilha forrageira fornecendo informações semelhantes à emergência de plântulas em campo.

Nenhum das variáveis do teste de envelhecimento mostrou eficiência na seleção de lotes quanto ao desempenho no armazenamento.

8. REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. H. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 134-139, 2001.

ALBUQUERQUE, M. C. F. et al. Testes de acelerado em sementes de arroz: influência da temperatura e do período de exposição. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 1, n. 1, p. 9-16, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 93 p. (Contribution, 32).

ÁVILA, P. F. V.; VILLELA, F. A.; ÁVILA, M. S. V. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 52-58, 2006.

BAUDET, L. Armazenamento de Sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. M. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Gráfica Universitária - UFPel, 2003. p. 369-418.

BARR, A.J.; BENNETT, M.A.; GRASSBAUGH, E.M. Seed vigor evaluation of su, se and *sh2* sweet corn genotypes using the saturated salt accelerated aging (SSAA) test. In: INTERNATIONAL SEED TESTING CONGRESS: Seed Symposium, 25., Pretoria, 1998. **Abstracts**. Pretoria: ISTA, 1998. p. 92-93.

BERKEY, D. A. Industry perspective of vigor testing. **Journal of Seed Technology**. Lansing, v. 17, n. 2, p. 127-133, 1993.

BERTOLIN, D. C.; SA, M. E.; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 104-112, 2011.

- BINOTTI, F. F. S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.
- BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D. Temperatura e período de exposição de sementes de milho no teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 61-168, 2006.
- BHERING, M. C. et al. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 64-71, 2006.
- BLIXT, S. Pisum. In: FRANKEL, O. H.; BENNETT, E. (Ed.). **Genetic resources in plants: their exploration and conservation**. Oxford: Blackwell, 1970. p. 321-326.
- BRAND, T. S. et al. Field peas (*Pisum sativum*) as protein source in diets of growing-finishing pigs. **Journal of Applied Animal Research**, Janakpuri, v. 8, p. 159-164, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 395 p.
- CALEGARI, A.; POLA, J. N. **Ervilha forrageira IAPAR 83**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2009. 5 p. 1 Folder.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588 p.
- COIMBRA, R. A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos visando a otimização dos resultados. **Revista Brasileira Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.
- COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. **Plantio direto na palha em São Paulo**. Campinas, 2002. 21 p.
- COUTO, F. A. D. A. Aspectos históricos e econômicos da cultura da ervilha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 5-7, 1989.
- CRUZ SUAREZ, L. E. et al. Assessment of differently processed pea (*Pisum sativum*) meals and canola meal (*Brassica* sp.) in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 196, p. 87-104, 2001.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 1, p. 427-52, 1973.
- DUTRA, A. S.; TEÓFILO, E. M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 193-197, 2007.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 715-721, 2004.

FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 152-158, 2006.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 419 p.

FESSEL, S. A. et al. Temperatura e período de exposição no teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 163-170, 2000.

FESSEL, S. A. et al. Uso de solução salina (NaCl) no teste de envelhecimento acelerado em sementes de brócolis. **Informativo Abrates**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 256, 2003.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 59-63, 2006.

GEORGE, R. A. T. **Production de semillas de plantas hortícolas**. Madri: Mundi-Prensa, 1989. 330 p.

GIORDANO L. de B.; PEREIRA, A. S. A ervilha na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 65, 1989.

GRITTON, E. T. Field pea. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. (Ed.). **Hybridization of crop plants**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p. 347-356.

GRITTON, E. T. Pea breeding. In: BASSSTT, M. J. (Ed.). **Breeding vegetable crops**. Westport: AVI, 1986. p. 283-319.

GROSJEAN, F. Combining peas for animal feed. In: HEBBLETHEWHITE, P. D.; HEATH, M. L.; DAWKINS, T. C. K. **The pea crop: a basis for improvement**. London: Butterworths, 1986. p. 453-462.

GUISCHEM, J. M. Teste de frio e envelhecimento acelerado na avaliação de vigor de sementes de feijão-frade. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 33, n. 2, p. 182-191, dez. 2010.

GUISCHEM, J. M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce, BR 400 (*bt*) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 220-228, 2002.

HAMPTON, J. G.; TEKONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Ervilha forrageira IAPAR 83. 2007. Disponível em: <www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/ervilha-final.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2012.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. Species and variety testing. In: _____. **International rules for seed testing**. Bassersdorf, 2008. cap. 8, p. 81-82.

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

KHVOSTOVA, V. V. **Genetics and breeding of peas**. Washington, DC: USDA, 1983. 293 p.

KRZYZANOSWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

LEMO, L. B. et al. 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, 1999. p. 521.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v. 12 n. 1, p. 37-53, 1998.

MACHADO, C. G. et al. Adequação do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pisum sativum* subsp. Arvense. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 988-995, jun. 2011.

MACHADO, C. G. **Métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. arvense)**. 2010. 91f. Tese (Agronomia (Agricultura)) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2010.

MAIA, A. R.; LOPES, J. C.; CARLOS, C. O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 678-684, maio/ jun. 2007.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 133-150.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOVSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 3, 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.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. Testes de vigor. In: **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. cap.10, p. 149-197.
- MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. C. P. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 473-482, 2000.
- MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Teste de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 421-426, 2001.
- MARCOS FILHO, J, et al. Tamanho da semente e desempenho do girassol. II. Vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 8, n. 2, p. 21-32, 1986.
- MARTINS, C. C. et al. 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**, Brasília, DF, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.
- 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.
- MCDONALD M.B.; WILSON D.O. An assessment of the standardization of the ASA-610 to rapidly predict potential and soybean germination. **Journal of Seed Technology**, Lensing, v. 4, n. 1, p.1-11, 1979.
- MODARRESI, R.; RUCKER, M.; TEKRONY, D.M. Accelerating ageing test for comparing wheat seed vigor. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v. 30, p. 683-687, 2002.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.
- NASCIMENTO. W. M. et al. Metodologia para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de ervilha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 2, p. 205-209, abr.-jun. 2007.
- PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de semente de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, 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.

PEDROSA, J. P.; CIRNE, L. E. M. R.; NETO, J. M. M. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 121-123, 1999.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Agricultura; Agiplan, 1985. 289 p.

RAMOS, N. P. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2004.

POWELL A.A. Cell membranes seed leachate conductivity in relation to the quality of seed sowing. **Journal of Seed Techonology**, Lensing, v. 10, n. 1, p. 81-100, 1986.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728 p.

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 brocoli (*Brassica oleraceae*, var. Italica, Plenck) seeds germination. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 26., 2001, Angers. **Abstracts...** Angers: ISTA, 2001. p. 41-42.

ROSSETTO, C. A. V.; FERNANDEZ, E. M.; MARCOS FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 17, p. 171-178, 1995.

RURALNET. Ervilha-de-vagem. Boletim 200 do IAC - SP, 2009. Disponível em: <www.ruralnet.com.br/hortalicas/ervilha.asp>. Acesso em: 27 agos. 2012.

SALINAS, A. R. et al. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 2, p. 371-379, 2001.

SANCHEZ, E. A.; MOSQUERA, T. Establecimiento de una metodología para la inducción de regenerantes de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Santa Isabel. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 24, n. 1, p. 17-27, 2006.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alteração fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SANTOS, P. M. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 91-96, 2002.

SCAPPA NETO, A. et al. A. Efeito do teor inicial de água das sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 747-751, 2001.

SHIEH, W. J.; MCDONALD, M. B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 10, n. 2, p. 307-313, 1982.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos da genética**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SA, M. E. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5 p. 75-762, set. 2010.

TAO, J. K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal Seed Technology**, Springfield, v. 3, n. 1, p. 10-18, 1978.

TEKRONY, D. M. Accelerated aging. In: VAN DE VENTER, H. A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995. p. 53-72.

TOMM, G. O. et al. **Desempenho de genótipos de ervilha, de lentilha e de grão-de-bico no Planalto Médio do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2001. 56 p. (Documentos, 28).

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

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

TORRES, S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de erva-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 2, p. 20-24, 2004.

TORRES, S. B.; CARVALHO, I. M. S. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de quiabo (*Albemoschus esculentus* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 209-211, 1998.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Accelerated aging of melon seeds **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 77-82, 2003.

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

USBERTI, R. Influência do tipo de recipiente no teste de envelhecimento acelerado em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 12-22, 1982.

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, 1999. cap. 4. p. 1-26.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

WIRYAWAN, K. G.; DINGLE, J. G. Recent research of improving the quality of grain legumes for chicken growth. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 76, p. 185-193, 1999.

WOLTZ, J. M.; TEKRONY, D. M. Accelerated aging test for corn seed. **Seed Technology**, Lincoln, v. 23, n. 1, p. 21-34, 2001.