

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

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
AVEIA PRETA (*Avena strigosa* Schreb.)**

SANDRA APARECIDA DE SOUZA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas - UNESP,
Câmpus de Botucatu, para a obtenção
do Título de Mestre em Agronomia,
Área de Concentração: Agricultura.

BOTUCATU-SP

Março - 2004

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

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE
AVEIA PRETA (*Avena strigosa* Schreb.)**

SANDRA APARECIDA DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. João Nakagawa

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas - UNESP,
Câmpus de Botucatu, para a obtenção
do Título de Mestre em Agronomia,
Área de Concentração: Agricultura.

BOTUCATU-SP

Março - 2004

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João Nakagawa, pela orientação e amizade no decorrer do curso.

Aos professores Cláudio Cavariani e Ana D. C. L. Novembre pela colaboração e sugestões na elaboração da Dissertação.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos durante o curso de Pós-Graduação.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal Lana, Vera e Valéria, pelo auxílio durante o curso.

Aos colegas e companheiros do curso de Pós-Graduação pela amizade e convivência.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	V
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1.0 INTRODUÇÃO.....	5
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes.....	14
3.1.1 Determinação do teor de água das sementes.....	14
3.1.2 Massa de 1000 sementes.....	15
3.1.3 Teste de germinação.....	15
3.1.4 Emergência de plântulas	15
3.1.5 Condutividade elétrica.....	15
3.1.6 Comprimento de plântulas.....	15
3.2 Experimento.....	16
3.2.1 Envelhecimento acelerado tradicional (com água) sem tratamento fungicida.....	16
3.2.2 Envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).....	16
3.2.3 Envelhecimento acelerado tradicional (com água) com tratamento fungicida.....	17
3.3 Análise estatística.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes.....	18
4.2 Envelhecimento acelerado tradicional sem tratamento fungicida.....	21
4.3 Envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).....	28
4.4 Envelhecimento acelerado tradicional com tratamento fungicida.....	33
4.5 Considerações gerais.....	38
5.0 CONCLUSÕES.....	41
6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Dados médios de teor de água inicial das sementes, germinação, emergência de plântulas, comprimento de plântulas, condutividade elétrica e massa de 1000 sementes de cinco lotes de sementes de aveia preta.....	19
2 Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.....	22
3 Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.....	23
4 Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.....	24
5 Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.....	25
6 Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.....	26

7	Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.....	27
8	Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).....	28
9	Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).....	29
10	Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).....	30
11	Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).....	31
12	Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).....	32
13	Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco	

	períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).....	33
14	Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.....	34
15	Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.....	35
16	Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.....	36
17	Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.....	37
18	Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.....	37
19	Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com	

fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.....	38
---	----

RESUMO

O uso de sementes de alta qualidade é de grande importância na implantação e no estabelecimento da lavoura no campo e o vigor das sementes pode afetar não só o estabelecimento mas também influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o teste de envelhecimento acelerado tradicional (com água), utilizando sementes de aveia preta com e sem tratamento fungicida, e o envelhecimento acelerado com solução saturada de cloreto de sódio (NaCl), visando identificar o período de exposição e a temperatura para a classificação dos níveis de vigor de lotes dessas sementes.

O estudo foi realizado utilizando cinco lotes de sementes de aveia preta, constituídas de sementes comerciais ou produzidos na Fazenda Experimental Lageado – UNESP - Câmpus de Botucatu. Foram realizados testes para a caracterização da qualidade inicial dos lotes, tais como os de germinação, emergência de plântulas, condutividade elétrica, comprimento de plântulas normais e anormais, massa de 1000 sementes, e o estudo de envelhecimento acelerado tradicional (com água), com e sem tratamento fungicida, e envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl) por períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas de condicionamento às temperaturas de 40, 43 e 45°C.

Os resultados permitiram concluir que o teste de envelhecimento acelerado é adequado para estimar o vigor de sementes de aveia preta. Assim, o teste de envelhecimento acelerado tradicional pode ser conduzido à temperatura de 40°C por 24 ou 48 horas e a 43 ou 45°C por 48 horas; o envelhecimento acelerado com solução saturada de sal a

40, 43 ou 45°C por 24 horas e o envelhecimento acelerado tradicional com sementes tratadas a 40°C por 24 ou 48 horas, a 43°C por 48 horas ou a 45°C por 24 horas de condicionamento.

ACCELERATED AGING TEST IN BLACK OAT (*Avena strigosa* Schreb.) SEEDS.

Botucatu, 2004. 46p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: SANDRA APARECIDA DE SOUZA

Adviser: JOÃO NAKAGAWA

SUMMARY

The use of seeds of high quality has great importance in the implantation and establishment of the crop in the field, the seeds vigour can not only affect the establishment, but also influence the growth, development and productivity of the plants.

The present work had as its objective to study the traditional of accelerated aging (with water), in black oats seeds with and without fungicid treatment, and the accelerated aging with saturated solution of salt (NaCl), by aiming to identify the exposition period and temperature that allow the classification of lots of black oats seeds in different vigour levels.

The study was carried out by using five lots of black oats seeds from commercial procedure or seeds produced in Fazenda Experimental Lageado, UNESP Campus de Botucatu. The tests were carried out to the characterization of initial quality of the seed lots, by tests of germination, seedlings emergency in the field, electrical conductivity, length of normal and abnormal seedlings and mass of 1000 seeds and the studies of accelerated aging consisted the traditional (with water), with and without fungicid treatment, and accelerated aging with saturated solution of salt (NaCl) for periods of 24, 48, 72, 96 and 120 hours, conditioning at temperatures of 40, 43 and 45°C.

The studies concluded that the test of accelerated aging is adjusted to evaluate the vigor of black oats seeds. The test of accelerated aging traditional can be led at the temperature of 40° C for 24 or 48 hours and at 43 or 45°C for 48 hours; the accelerated aging with saturated solution of salt at 40, 43 or 45°C for 24 hours and the traditional

accelerated aging with treated seeds at 40°C for 24 or 48 hours, 43°C for 48 hours or 45°C for 24 hours of conditioning.

Keywords: vigor, accelerated aging, black oats

1 INTRODUÇÃO

O uso de sementes de alta qualidade é de grande importância na implantação e no estabelecimento da lavoura no campo e o vigor das sementes pode afetar não só o estabelecimento mas também influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) é uma gramínea que está adaptada tanto na região temperada como subtropical e tem-se destacado nos cultivos de inverno, por ser produtora de grande quantidade de massa quando há limitação de outras forragens; possui abundante massa radicular, promovendo assim, melhoria das condições físicas e biológicas do solo; controle de doenças e invasoras do solo. E também, recomendada em sistema de rotação de culturas por apresentar decomposição mais lenta que as leguminosas empregadas como adubo verde.

Apesar dos inúmeros benefícios proporcionados por essa espécie, são poucos os trabalhos visando a qualidade destas sementes.

Os testes que têm sido empregados para a determinação da qualidade fisiológica das sementes de aveia preta são os de germinação e vigor: primeira contagem do teste de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas. No entanto, ainda não se dispõe de uma metodologia padronizada para a avaliação do vigor das sementes através desses métodos.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o teste de envelhecimento acelerado tradicional (com água), utilizando sementes de aveia preta

com e sem tratamento fungicida, e o envelhecimento acelerado com solução saturada de cloreto de sódio (NaCl), visando identificar o período de exposição e a temperatura para a classificação dos níveis de vigor de lotes dessas sementes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O teste de envelhecimento acelerado foi desenvolvido, com o intuito de avaliar o vigor de sementes, tentando estimar o potencial de armazenamento das sementes principalmente em relação à umidade e temperaturas elevadas (DELOUCHE, 1965).

Esse teste baseia-se no princípio de que, aumentando-se a temperatura e a umidade relativa do ar, aumenta-se a taxa de deterioração das sementes, sendo a deterioração variável de acordo com o vigor inicial das sementes analisadas. Assim, sementes mais vigorosas tendem a apresentar germinação mais elevada após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, enquanto sementes de baixo vigor teriam maior queda de sua viabilidade (MARCOS FILHO et al., 1987).

O envelhecimento das sementes pode ser realizado em equipamentos, disponíveis comercialmente, dotados de uma câmara interna com prateleiras e uma câmara externa com uma resistência elétrica ligada a um termostato, submersa em água. A umidade relativa do ar na câmara interna é de 90-95%. Outro método, atualmente utilizado, é o método da caixa plástica, desenvolvido por McDonald Jr. & Phaneendranath (1978), que consiste em de caixas plásticas contendo uma tela inoxidável, cobre ou aço inox, fixada no interior da caixa plástica sobre a qual as sementes são distribuídas e adicionados 40 ml de água no fundo da caixa plástica; essa com as sementes são levadas a um germinador, incubadora ou estufa previamente regulados à temperatura desejada e mantidas durante o período de tempo recomendado para a espécie em estudo.

Por apresentar resultados confiáveis, em curto período de tempo, o teste de envelhecimento acelerado tem sido adotado para a determinação de vigor de diversas espécies, facilitando a tomada de decisões em relação aos lotes de sementes produzidos. O teste de envelhecimento acelerado foi considerado pela ISTA (International Seed Testing Association), suficientemente padronizado para ser recomendado para avaliar o vigor de sementes de soja e sugerido para ser aplicado em sementes de milho (HAMPTON & TEKRONY, 1995).

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, 1999).

A redução do vigor das sementes precede a germinação e lotes com germinação semelhantes podem ter comportamento diferenciado no armazenamento (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Vários fatores que podem afetar o comportamento das sementes durante o teste de envelhecimento acelerado, indicando valores diferentes em relação ao vigor, tais como: a temperatura, o período de exposição das sementes, o grau de umidade das sementes, a abertura da câmara durante o teste, o tratamento fungicida, o tamanho da amostra e o genótipo (MARCOS FILHO, 1999).

Segundo Mello & Tillmann (1987), existe, desuniformidade dos resultados em relação à padronização no uso do teste de envelhecimento acelerado, sendo as principais causas o grau de umidade inicial das sementes, a espécie e o cultivar utilizados, o período de exposição e a temperatura.

Em ensaios realizados com sementes de arroz, trigo e soja, Wetzel (1972) observou que períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas de envelhecimento não provocaram efeito sobre a germinação das sementes de arroz. No entanto, para os períodos de 144 e 168 horas, os resultados indicaram diferenças entre as amostras de sementes da safra 1970. Para sementes de trigo, esse mesmo pesquisador observou que, dos períodos utilizados (72, 96, 120, 144 e 168) em um dos experimentos para o envelhecimento, o período de exposição de 72 horas, à temperatura de 42°C e 100% de umidade relativa do ar, estava mais associado à longevidade das sementes dessa espécie. No entanto, quando o experimento foi realizado com períodos de exposição de 60 e 84 horas, o primeiro foi mais efetivo e menos

severo para a avaliação do vigor das cultivares de trigo estudadas. Pili também encontrou que períodos de envelhecimento menores do que 84 horas podem ser efetivos para avaliar o vigor de sementes de trigo (WETZEL, 1972).

Schuch & Lin (1982), em trabalho realizado com envelhecimento acelerado em três cultivares de sementes de trigo, observaram que o índice de vigor não foi afetado significativamente por períodos de envelhecimento de até 48 horas à temperatura de 42 ± 3 °C e 100% de umidade relativa. No entanto, houve redução no índice de vigor com 72 e 96 horas, sendo estas mais acentuadas quando submetidas a tempo maior de exposição (96 horas).

Resultados semelhantes foram observados por Bounus et al. (1985) em sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), em que a temperatura de 42° C e o tempo de exposição de 72 horas permitiram avaliar com êxito o vigor destas sementes. Para esta mesma espécie, Garcia & Menezes (1999) verificaram que o período de 24 a 48 horas foi suficiente para permitir a execução do teste, podendo-se ainda prolongá-lo até 48 horas para garantir a estratificação significativa dos lotes de sementes de azevém. Já, para sementes de aveia preta, os mesmos autores observaram que a temperatura de 41°C, umidade relativa de 100% do ar e o período de 24 horas de estresse no teste de envelhecimento precoce foi suficiente para estratificar lotes quanto ao vigor.

De acordo com Borsato et al. (2000), o teste mais indicado para a avaliação de vigor de sementes de aveia branca é o envelhecimento acelerado, por detectar diferenças de qualidade entre lotes de sementes, quando é realizado a 42°C por 48 horas. Para períodos de exposição superiores a 48 horas (60 e 72 horas) os resultados do teste mostraram-se semelhantes, não sendo possível a diferenciação dos lotes quanto ao vigor.

Dentre os testes empregados para a avaliação do vigor de sementes de aveia preta, é utilizado o de envelhecimento acelerado, método da caixa plástica, a 42°C por 48 horas (NAKAGAWA et al., 1994; NAKAGAWA et al., 1995; PATERNIANI et al., 1995).

Um outro fator que pode interferir na realização do teste de envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes. Diferenças acentuadas de teores iniciais de água das sementes condicionam variação na velocidade de umidificação durante o

envelhecimento, proporcionando diferenças na intensidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999).

A deterioração poderá ser mais ou menos acentuada, de acordo com o grau de umidade inicial das sementes, sendo o processo de deterioração mais drástico em sementes com maiores teores de água (MARCOS FILHO & VINHA, 1980). Assim, recomenda-se que as sementes apresentem de 11 a 13% de água ao serem submetidas ao teste de envelhecimento (MARCOS FILHO, 1999).

Scappa Neto et al. (2001) observaram que a germinação de sementes de feijão, após o envelhecimento acelerado dos lotes com teor de água inicial entre 8 a 10%, não apresentou efeito significativo dos teores iniciais de água. No entanto, a germinação de sementes envelhecidas com 12% de água diferiu estatisticamente das sementes que apresentavam teor inicial de água de 8%.

Em estudos desenvolvidos para avaliar o vigor de sementes de feijão, cultivo de inverno, através do envelhecimento acelerado, Lemos et al. (1999) observaram que a medida que se aumentou a temperatura, diminuiu-se o vigor das sementes, sendo que o mesmo aconteceu quando aumentou-se o período de exposição e o teor de água nas sementes ao final do teste de envelhecimento acelerado.

Para sementes de soja resultados de laboratório evidenciaram que o teor de água nas sementes após o envelhecimento acelerado está relacionado com o teor de água inicial das sementes, e que esses são maiores quanto maior o teor de água inicial (MARCOS FILHO, 1999).

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). O teste de envelhecimento acelerado, com solução saturada de sal, vem sendo utilizado como alternativa em pesquisas conduzidas com espécies de sementes pequenas, como as de hortaliças, que segundo Powell (1995), tem apresentado resultado pouco consistente devido à variação muito acentuada do grau de umidade avaliados após o envelhecimento.

A substituição da água pela solução saturada de sal possibilita a obtenção de valores de umidade relativa em níveis menores do que os observados no envelhecimento acelerado tradicional (com água). A baixa umidade relativa do ar impede o

crescimento de microorganismos, minimizando os efeitos de patógenos associados às sementes, no teste de envelhecimento acelerado (JIANHUA & McDONALD, 1996).

Resultados eficientes do teste de envelhecimento acelerado com soluções saturadas de sal tem sido observados em vários trabalhos de pesquisa (PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 1998; MARCOS FILHO et al., 2000; RODO et al., 2000; PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 2001; TORRES, 2002).

De acordo com Fessel et al. (2003), o uso de solução saturada de NaCl proporcionou teor de água das sementes de brócolis menor e mais uniforme após os períodos de envelhecimento, revelando vantagens na utilização desse procedimento em relação ao tradicional, propiciando uma menor taxa de deterioração e com isso, resultados menos drásticos e mais uniformes. O uso de solução saturada de NaCl foi considerado adequado para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de brócolis. Já Ribeiro & Carvalho (2001), trabalhando com sementes de brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck), cenoura (*Daucus carota* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.), concluíram que o controle da umidade relativa do ar no interior das caixas plásticas, com uso de NaCl e KCl não forneceu resultados consistentes na avaliação do vigor destas sementes quando comparado com o procedimento tradicional, com água.

As elevadas condições de temperatura e umidade relativa do ar, durante o teste de envelhecimento acelerado tradicional (água) propiciam a deterioração das sementes provocando o aparecimento de plântulas anormais ou de sementes mortas, no teste de germinação após o envelhecimento das sementes (McDONALD et al., 1993). Além dessas consequências, Marcos Filho (1994) relata que a temperatura e a umidade relativa elevadas podem inibir a manifestação de alguns microorganismos, assim, os dados obtidos no teste de envelhecimento podem ser superiores aos observados no teste de germinação.

McDonald et al. (1993), entretanto, observaram efeito positivo do tratamento fungicida em sementes de soja infestadas com *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus niger*, elevando a germinação destas sementes após o envelhecimento acelerado.

Silva & Silva (2000), em experimentos conduzidos com sementes de feijão, observaram que o pré-tratamento das sementes com hipoclorito de sódio a 0,02% por 3 minutos não foi eficiente para a eliminação dos fungos de armazenamento, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., e que as condições do envelhecimento artificial favoreceram o

desenvolvimento de microorganismos, destacando-se a presença principalmente do *Aspergillus* spp. sobre os demais fungos (*Penicillium* spp. e *Fusarium oxysporum*). De um modo geral, em todos os experimentos, constataram que o aumento na incidência de *Aspergillus* spp. e o período de envelhecimento atuaram na redução progressiva da germinação e no desempenho da emergência das plântulas.

Dentre os testes utilizados para avaliar o vigor das sementes, o teste de envelhecimento acelerado tem apresentado boas correlações com a emergência de plântulas em campo para sementes de diversas espécies (COSTA, et al., 1984; PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 2001; TORRES, 2002; DIAS et al., 2003).

Segundo Schuch & Lin (1982), constataram que para as cultivares de trigo estudadas, em geral, o índice de vigor superestimou a emergência das plântulas para os períodos de 1, 2 e 3 dias de envelhecimento e para o período de 4 dias a emergência foi subestimada.

Em sementes de milho, híbridos Mo 17 e B 73, Shieh & McDonald (1982) encontraram percentagem de emergência menor do que as observadas no teste de envelhecimento acelerado, a 41°C, 100% UR por 96 horas.

Segundo Borsato et al. (2000), em estudos realizados com lotes de aveia branca, a percentagem de emergência foi no geral maior do que a germinação observada no teste de envelhecimento acelerado, quando submetidas aos períodos de exposição de 48, 60, 72 e 84 horas a 42°C, sendo o período de 48 horas o que mais se aproximou dos dados obtidos na emergência. Também verificaram que a emergência de plântulas e o envelhecimento acelerado evidenciaram os mesmos lotes como mais ou menos vigorosos.

O uso de envelhecimento acelerado modificado, com uso de soluções saturadas de sal, tem se mostrado uma alternativa eficiente para a condução de testes de envelhecimento em sementes miúdas, como espécies forrageiras (FORSIN et al., 2003; MENDONÇA et al., 2003), hortaliças (PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 2001; TORRES, 2002) e outras, no entanto, as temperaturas e períodos de exposição variam de acordo com a espécie em estudo, com as temperaturas variando de 38 a 45°C e períodos de exposição de 24 a 120 horas.

O teste de envelhecimento acelerado tradicional tem sido realizado em sementes de aveia preta com temperaturas de 41 ou 42°C, por períodos de 24 ou 48 horas e

100% de UR do ar, necessitando portanto, de pesquisas específicas para a avaliação do vigor das sementes dessa espécie, por este teste.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal-Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas, Câmpus de Botucatu - UNESP.

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados cinco lotes de sementes de aveia preta, de procedência comercial ou produzidos na Fazenda Experimental Lageado, Câmpus de Botucatu.

Foram realizados testes para a caracterização da qualidade inicial dos lotes e estudos da metodologia do teste de envelhecimento acelerado com cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96 e 120 horas) e três temperaturas (40, 43 e 45°C) nos procedimentos tradicional com água, com e sem tratamento fungicida das sementes, e com solução saturada de sal (NaCl).

3.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes

3.1.1 Determinação do teor de água das sementes

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa, a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, com a utilização de quatro subamostras para cada lote, e conforme metodologia indicada pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.1.2 Massa de 1000 sementes

Foi realizado utilizando-se 8 subamostras de 100 sementes cujas massas foram determinadas em balança de precisão 0,001g, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), para cada lote, expressando-se os valores médios.

3.1.3 Teste de germinação

Foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes para cada lote, em germinador com temperatura constante de 20°C. O substrato utilizado foi o papel toalha da marca Germitest umedecido com água destilada na proporção de duas vezes a massa do papel. As contagens foram realizadas aos 5 e 10 dias após serem colocadas no germinador, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.1.4 Emergência de plântulas

Realizado no campo com quatro repetições de 100 sementes por lote, distribuídas em sulcos de quatro metros de comprimento, com três centímetros de profundidade e distância entre sulcos de 20 cm; 21 dias após a semeadura foi feita a contagem das plântulas emergidas, sendo a média expressa em percentagem de emergência das plântulas.

3.1.5 Condutividade elétrica

Foi conduzido através do sistema de massa, com quatro repetições de 50 sementes para cada lote. As massas das sementes foram determinadas em balança com precisão de 0,01g e, em seguida, colocadas em copos plásticos, com 75 ml de água destilada e mantidas em germinador a 25⁰C constante. Após 24 horas de embebição, a condutividade elétrica da solução do exsudato das sementes foi determinada em condutivímetro, de acordo com metodologia descrita por Vieira & Krzyzanowski (1999).

3.1.6 Comprimento das plântulas

Este teste foi realizado em rolo de papel (RP), com quatro repetições por lote. O papel foi umedecido com duas vezes a massa do papel, onde foram colocadas 15 sementes sobre uma linha traçada no terço superior, no sentido longitudinal. Os rolos foram

preparados como no teste de germinação; as repetições de cada lote foram agrupadas com atílhos de borracha, fechadas com saco plástico e colocadas em pé no interior do germinador a 20°C. Após o período de cinco dias no germinador, foi realizada a medição, com o auxílio de uma régua graduada em mm, da parte aérea e da raiz principal das plântulas normais e anormais. O comprimento médio de cada parte foi obtido somando-se as medidas de cada plântula em cada repetição e dividindo-se, a seguir, pelo número de plântulas normais ou anormais obtidas no teste. Os resultados foram expressos em mm, separadamente com uma casa decimal. O valor do comprimento médio da parte da plântula de cada lote foi a média aritmética das repetições (NAKAGAWA, 1994).

3.2 Experimento

3.2.1 Envelhecimento acelerado tradicional (com água) sem tratamento fungicida

Foi desenvolvido utilizando-se 250 sementes para cada lote e condição estudada; as sementes foram colocadas em caixa de plástico, tipo “gerbox” modificado, com a utilização de uma caixa para cada lote avaliado. Essas sementes foram distribuídas sobre uma tela de alumínio fixada no interior da caixa (McDonald Jr & Phaneendranath, 1978); no interior da caixa foram adicionados 40 ml de água e, em seguida, os recipientes foram levados a incubadoras reguladas a temperaturas de 40, 43 ou 45°C e os tempos de permanência das sementes nas condições descritas foram 24, 48, 72, 96 ou 120 horas. Decorridos esses períodos, 200 sementes foram divididas em 4 subamostras de 50 sementes e instalado o teste de germinação conforme descrito em 3.1.3. A contagem do número de plântulas normais foi realizada após 5 dias de permanência das sementes no germinador, mantido a 20°C. Após o envelhecimento das sementes foi realizado a determinação do teor de água utilizando-se 50 sementes que foram subdivididas em quatro subamostras e conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.2.2 Envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl)

Foi realizado da mesma maneira descrita para o estudo do teste tradicional com água (3.2.1), com exceção de terem sido adicionados ao fundo de cada caixa plástica (compartimento individual), 40 ml de solução saturada de NaCl, em substituição à

água. Essa solução foi obtida através da proporção 40g de NaCl/100ml de água (solução saturada), estabelecendo, com isso, ambiente com 76% de umidade relativa do ar (JIANHUA & McDONALD, 1996)

3.2.3 Envelhecimento acelerado tradicional (com água) com tratamento fungicida

Foi realizado com a mesma metodologia descrita para o estudo do teste tradicional (3.2.1) com a diferença de que as sementes foram tratadas com o produto Vitavax-Thiram 200 SC (250ml/100kg de sementes) antes da realização do teste de envelhecimento.

3.3 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas através do programa SANEST (Zonta & Machado, 1991). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey , a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de aveia preta

A caracterização da qualidade inicial dos lotes de aveia preta utilizados no presente trabalho foi realizada através dos testes de determinação do teor de água inicial das sementes, germinação, emergência de plântulas, comprimento das partes de plântulas, condutividade elétrica e massa de 1000 sementes. Os resultados dos testes estão na Tabela 1.

Em relação aos dados de teor de água inicial das sementes não foram verificadas diferenças significativas entre os lotes de aveia preta estudados. A uniformização do teor de água inicial das sementes é um fator primordial para a padronização das avaliações a serem realizadas no teste de envelhecimento acelerado para que os resultados sejam consistentes. Segundo Marcos Filho (1999) é conveniente a comparação de amostras que apresentam o mesmo grau de umidade antes do envelhecimento, no entanto, diferenças de 1 a 2% entre as amostras não comprometem os resultados do teste. Diferenças acentuadas entre as amostras podem resultar em diferenças na velocidade de umedecimento durante o envelhecimento e na deterioração das sementes.

Os dados referentes ao teste de germinação indicaram a maior porcentagem de germinação para o lote 4 e para os demais lotes (1, 2, 3 e 5) os valores superaram 75% que é considerado o valor mínimo para a comercialização de sementes de aveia preta no estado de São Paulo (CESM/SP, 2001). É importante que as amostras avaliadas

Tabela 1. Dados médios de teor de água inicial das sementes (T.A.), germinação (G.E.), emergência de plântulas (E.P.), comprimento de parte das plântulas (R.N. = raiz de normal, P.A.N. = parte aérea de normal, R.A. = raiz de anormal e P.A.A.= parte aérea de anormal), condutividade elétrica (C.E.) e massa de 1000 sementes (M 1000) de cinco lotes de sementes de aveia preta.

Lotes	T.A	G.E.	E.P.	Comprimento de partes das plântulas (cm)				C.E.	M 1000
	(%)	(%)	(%)	R.N.	P.A.N.	R.A.	P.A.A.	$\mu\text{Sg}^{-1}.\text{cm}^{-1}$	
1	12,00 a	83,5 b	67,75 bc	8,25 ab	5,0 a	1,0 a	1,25 a	81,50 b	20,75 a
2	11,25 a	86,0 b	75,25 ab	8,50 a	5,0 a	2,75 a	2,00 a	56,75 a	18,00 c
3	11,75 a	83,0 b	64,00 c	6,00 c	5,0 a	1,00 a	1,75 a	115,50 c	16,00 d
4	11,75 a	94,0 a	82,50 a	9,00 a	6,0 a	-	-	45,00 a	19,88 b
5	11,50 a	83,5 b	66,25 bc	6,50 bc	5,0 a	1,25 a	2,25 a	114,0 c	16,13 d
C.V. (%)	4,0	1,75	6,24	11,07	9,93	75,77	95,89	8,11	3,12
DMS (%)	1,01	3,28	9,69	1,84	1,12	2,38	3,65	14,62	0,81

* Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

tenham germinação semelhante ou compatível com os padrões estabelecidos para a comercialização, pois, um dos objetivos do teste de envelhecimento acelerado é identificar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes comercializáveis, principalmente entre os que possuem poder germinativo semelhante (MARCOS FILHO, 1999).

Os resultados do teste de emergência de plântula, mostraram diferenças significativas entre os lote avaliados, apontando o lote 4 como o de melhor qualidade fisiológica e o lote 3 como o de pior qualidade. Em todos os lotes avaliados foram verificadas reduções na porcentagem média de plântulas normais emergidas por ocasião da avaliação 21 dias após a semeadura. Este fato deve-se às condições do ambiente que por não serem as mais adequadas para a germinação, propiciaram redução na germinação das sementes. Em condições de laboratório, além das sementes não terem obstáculos físicos e biológicos que possam prejudicar seu desenvolvimento, a temperatura e a umidade do ambiente são controladas para que sejam o mais próximo do que é considerado ideal para aquela espécie.

No teste de comprimento de plântulas foram medidas a raiz primária e a parte aérea das plântulas normais e anormais aos cinco dias da germinação. O comprimento médio da raiz primária das plântulas normais classificou os lotes 4 e 3, respectivamente, como os extremos de valor superior e inferior. Já para os dados médios de parte aérea das plântulas normais e anormais e raiz primária de plântulas anormais não foram verificadas diferenças significativas entre os lotes.

O teste de condutividade elétrica ordenou os lotes em três níveis de vigor, identificando os lotes 4 e 2 como os de melhor qualidade, o 1 como o de qualidade intermediária e 3 e 5 como os de pior qualidade. As avaliações do comprimento da raiz primária normal e da emergência de plântulas indicaram essa mesma ordenação dos lotes de sementes.

Para os resultados de massa de 1000 sementes verificou-se que as sementes do lote 1 foram as que apresentaram maior massa, seguido dos lotes 4, 2, 5 e 3. As sementes de maior tamanho, ou as que apresentam maior densidade, são as melhor nutridas durante o desenvolvimento. As sementes maiores e as de maior densidade são as que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, potencialmente, as mais vigorosas (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980). Os

resultados de massa de 1000 sementes assemelham-se aos dos testes de emergência de plântulas, comprimento de raiz primária de plântulas normais e condutividade elétrica, nos quais que as sementes com maiores massas foram, de maneira geral, as que se apresentaram mais vigorosas, com exceção do lote 1, que foi classificado como o de vigor intermediário (Tabela 1).

A maioria dos testes realizados inicialmente efetuou classificação semelhante para os lotes de sementes com o lote 4 superando os demais, seguido dos lotes 2, 1, 5, 3.

4.2. Teste de envelhecimento acelerado tradicional (com água) e sem tratamento fungicida das sementes.

Os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado tradicional (Tabela 2) com 24 e 48 horas e temperatura de 40°C classificaram os lotes de sementes em três níveis de vigor, alto, médio e baixo, apontando os lotes 1, 3 e 5 como de baixo vigor, o lote 2 como de médio vigor e o lote 4 alto vigor. Já o período de exposição por 72 horas em temperatura de 40°C classificou os lotes de aveia preta em apenas dois níveis de vigor, assim como para o período de exposição de 120 horas. O período de exposição de 96 horas classificou os cinco lotes em três níveis de vigor, assim como observado nos períodos de 24 e 48 horas, onde as maiores porcentagens de plântulas normais foram verificadas nos lotes 4 e 2, seguida dos lotes 1, 5 e 3.

Verificou-se com estes resultados, que os lotes que apresentaram as menores porcentagens de plântulas normais no período inicial de envelhecimento foram, também, os lotes que tiveram maior queda nas porcentagens de plântulas normais no decorrer do tempo de exposição em comparação com os lotes de maior vigor, ou seja, os lotes de menor vigor foram mais sensíveis às condições de alta temperatura e umidade relativa por períodos mais longos de exposição das sementes.

Os períodos de 24 e 48 horas à temperatura de 40°C foram os períodos que permitiram a melhor classificação dos lotes em relação aos níveis de vigor, classificando-os em alto, médio e baixo.

Tabela 2. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.

Germinação após envelhecimento acelerado (%)					
40°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	78,0 c	75,0 c	71,5 b	53,0 b	28,0 b
2	85,0 b	87,0 b	83,0 a	73,5 a	47,5 a
3	76,0 c	74,0 c	65,5 b	44,5 c	27,5 b
4	92,5 a	94,5 a	83,5 a	79,5 a	47,5 a
5	78,5 c	71,5 c	70,0 b	50,0 bc	24,0 b
C.V.(%)	3,24	2,69	4,55	4,80	12,92
DMS (%)	5,80	4,71	7,41	6,30	9,84

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

Os resultados do teor de água das sementes após o envelhecimento acelerado tradicional com água à temperatura de 40°C e períodos de exposição por 24, 48, 72, 96 e 120 horas podem ser observados na Tabela 3. Observa-se que não houve diferença significativa entre os cinco lotes de sementes avaliados no período de condicionamento de 24 horas. Para os períodos de 48, 72 e 96 horas de condicionamento verificou-se menor teor de água para o lote 4 e teores maiores nos demais lotes. Já para o período de 120 horas o menor teor de água foi verificado no lote 2.

Nos resultados obtidos para o teor de água após o envelhecimento, o lote que apresentou menor teor de água foi classificado como o mais vigoroso (lote 4) como pode ser observado na Tabela 2.

Segundo Marcos Filho (1999), o grau de umidade das sementes após o envelhecimento é um dos principais indicadores da uniformidade das condições do teste, as variações de 3 a 4% entre as amostras são consideradas toleráveis; portanto, apesar de terem ocorrido diferenças significativas entre os lotes, os resultados obtidos do teor de água a 40°C após o envelhecimento situaram-se dentro do considerado tolerável, pois as diferenças

Tabela 3. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.

Teor de água (%)					
40°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	27,75 a	32,75 a	33,00 a	33,00 a	33,50 a
2	26,50 a	32,50 a	33,75 a	33,00 a	31,25 b
3	28,50 a	33,00 a	33,25 a	33,75 a	33,25 a
4	28,25 a	29,50 b	31,00 b	31,00 b	31,75 ab
5	27,25 a	33,50 a	33,50 a	33,75 a	32,50 ab
C.V.(%)	3,53	2,50	1,24	2,15	2,55
DMS (%)	2,12	1,76	0,89	1,54	1,80

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

ocorridas foram inferiores a 4% entre os lotes.

Na Tabela 4 podem ser verificadas as porcentagens médias de plântulas normais após envelhecimento acelerado tradicional com água e sem tratamento das sementes à temperatura de 43°C por períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas de condicionamento.

Verificou-se que na temperatura de 43°C e no período de 24 horas houve diferença significativa entre os lotes. O lote 4 diferiu significativamente dos demais, apresentando maior vigor, assim como verificado no teste de germinação, em que o lote 4 destacou-se dos demais apresentando maior qualidade fisiológica.

O período de exposição de 48 horas classificou os lotes de sementes de aveia preta em três níveis de vigor, semelhante ao observado nos períodos de 24 e 48 horas e temperatura de 40°C (Tabela 3).

Os períodos de 72 e 96 horas classificaram os lotes em dois níveis de vigor, alto e baixo, com os lotes 4 e 2 como os maior vigor e os lotes 1, 3 e 5 os de menor vigor. O período de 120 horas também classificou os lotes em três níveis de vigor

Tabela 4. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.

Germinação após envelhecimento acelerado(%)					
43°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	77,0 b	70,5 c	63,0 b	43,0 b	33,5 b
2	80,5 b	80,0 b	79,5 a	70,5 a	46,5 a
3	75,0 b	72,0 c	62,0 b	40,5 b	27,0 bc
4	89,5 a	89,5 a	83,5 a	74,5 a	49,0 a
5	76,0 b	73,0 c	60,0 b	42,5 b	22,5 c
C.V.(%)	3,40	3,32	3,19	6,32	12,96
DMS (%)	5,91	5,58	4,85	7,48	10,10

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

diferindo significativamente entre eles. Em todos os períodos de condicionamento houve destaque para o lote 4 como lote de maior vigor e os lotes 1, 3 e 5 como de menor vigor, alternando a ordem de classificação, dependendo do período de condicionamento.

Houve maior redução na porcentagem de plântulas normais nos lotes menos vigorosos (1, 3 e 5) nos períodos mais longos de condicionamento (96 e 120 horas), sendo ainda mais acentuada no período de 120 horas. Observa-se que quanto maior o período de condicionamento, maior é o coeficiente de variação entre os lotes, passando de aproximadamente 3 para mais de 12%.

Na Tabela 5 podem ser observados os valores médios do teor de água após o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água e sem tratamento das sementes de aveia preta por períodos de condicionamento de 24, 48, 72, 96 e 120 horas e temperatura de 43°C.

Observa-se que houve diferença significativa entre os lotes em todos os períodos de condicionamento, sendo que os períodos de 96 e 120 horas foram os

Tabela 5. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.

Teor de água (%)					
43°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	25,00 c	30,00 a	31,00 b	31,00 bc	31,00 bc
2	25,75 bc	27,25 c	29,00 c	30,75 c	29,25 c
3	26,50 b	28,50 b	32,50 a	32,25 ab	33,25 ab
4	24,00 d	28,00 bc	29,00 c	30,50 c	30,50 c
5	27,75 a	30,25 a	31,75 ab	33,00 a	33,50 a
C.V.(%)	1,58	1,67	1,63	2,09	3,57
DMS (%)	0,89	1,05	1,09	1,43	2,49

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

que apresentaram maiores teores de água. Assim como verificado para os teores de água após o envelhecimento à temperatura de 40° C, as sementes dos lotes de vigor mais baixo atingiram os maiores teores de água, no entanto, as diferenças entre os lotes foram menor do que 4%, considerado aceitável por Marcos Filho (1999).

Na Tabela 6 podem ser verificadas as porcentagens médias de plântulas normais após envelhecimento acelerado tradicional sem tratamento de sementes à temperatura de 45°C por períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas de condicionamento.

Nesses resultados ocorreu redução das plântulas normais, principalmente para os lotes de menor vigor, como pode ser observado para os períodos de 48 e 72 horas e ausência de germinação (plântulas normais) em praticamente todos os lotes nos períodos de exposição de 96 e 120 horas, com exceção dos lotes 4 e 2, provavelmente devido ao aumento da temperatura.

No período de 24 horas foram observadas diferenças significativas entre os lotes , sendo que o lote 4 apresentou a maior porcentagem de plântulas normais e o lote 3 o que apresentou a menor porcentagem. O período de 48 horas classificou os lotes do mesmo modo ao observado no período de 24 horas a 45°C, com destaque para o lote 4. Os

Tabela 6. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.

Germinação após envelhecimento acelerado (%)					
45°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	66,5 bc	32,5 c	10,0 b	0 b	0 a
2	76,0 b	73,0 b	37,5 a	2 a	0,5 a
3	61,0 c	31,5 c	12,0 b	0 b	0 a
4	88,5 a	85,0 a	32,5 a	2,5 a	0 a
5	67,0 bc	31,5 c	12,0 b	0 b	0 a
C.V.(%)	6,41	5,41	17,11	95,15	447,21
DMS (%)	10,05	5,49	7,77	1,87	0,97

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

períodos de 72 e 96 horas apresentaram as mesmas classificações e dois níveis de vigor; no entanto, no período de 96 horas, houve redução drástica dos valores médios de plântulas normais e germinação apenas nos lotes 2 e 4 e zero no demais lotes (1, 3 e 5).

Os períodos de condicionamento de 24 e 48 horas à temperatura de 45°C permitiram a classificação dos lotes em três níveis de vigor. Já, para os períodos mais longos de condicionamento houve redução muito drástica da germinação, assim, essas combinações não são recomendadas para a classificação de lotes de sementes de aveia preta. Observou-se, também, que para o teste de envelhecimento acelerado tradicional (com água) e sem tratamento das sementes a ocorrência de um maior crescimento de fungos sobre as sementes, à medida que houve aumento do período de condicionamento. Portanto, as reduções de germinação observadas podem ser tanto devido ao elevado teor de água da semente após o envelhecimento associada a alta temperatura, como também à presença de fungos.

No período de 120 horas não foram verificadas diferenças entre os lotes e este período foi o que apresentou menor porcentagem de germinação com ausência

de plântulas normais para os lotes 1, 3, 4 e 5. Esses dados permitem concluir que o período de 120 horas combinado com a temperatura de 45°C não é adequado para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de aveia preta.

Na Tabela 7 podem ser observados os valores médios obtidos para o teor de água após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (com água) sem o tratamento fungicida de cinco lotes de sementes de aveia por períodos de condicionamento de 24, 48, 72, 96 e 120 horas à temperatura de 45°C. Assim como verificado nas temperaturas de 40 e 43°C, os períodos de 24 e 48 horas foram os que apresentaram menores teores de água nas sementes e onde também foram encontrados os resultados mais consistentes na classificação dos lotes. Houve diferença significativa entre os lotes avaliados nos períodos de condicionamento de 24, 48, 72 e 120 horas, no entanto, em todos os períodos a diferença entre os lotes ficou entre 1,0 e 2,75%, ou seja, inferior ao que é considerado tolerável por Marcos Filho (1999).

Tabela 7. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água.

Teor de água (%)					
45°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	27,50 a	29,00 ab	32,50 ab	33,00 a	31,00 b
2	26,50 ab	30,00 a	31,50 bc	32,00 a	31,25 b
3	27,00 ab	29,25 a	30,50 c	32,25 a	33,5 a
4	25,25 b	28,00 b	31,50 bc	32,25 a	31,25 b
5	28,00 a	29,00 ab	33,00 a	32,75 a	33,50 a
C.V.(%)	3,55	1,94	1,75	2,15	1,50
DMS (%)	2,09	1,22	1,22	1,61	1,05

*Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.3 Envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl)

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl), utilizando-se cinco períodos de condicionamento à temperatura de 40°C, estão apresentados na Tabela 8. Pode-se verificar que em todos os períodos de condicionamento houve melhor desempenho para o lote 4 e qualidade inferior dos lotes 5, 3 e 1, o lote 2 foi identificado como de nível intermediário, concordando com os dados obtidos nas Tabelas 4 e 6 nos períodos de 48 horas e Tabela 2 nos períodos de 24 e 48 horas. Os resultados do envelhecimento acelerado com solução saturada de sal em temperatura de 40°C foram semelhantes aos observados para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com água e sem tratamento das sementes, diferindo mais nitidamente nos períodos de 96 e 120 horas onde foram verificadas maiores reduções na germinação das plântulas após estes períodos de envelhecimento.

Tabela 8. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).

Germinação após envelhecimento acelerado (%)					
40°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	78,0 c	75,5 c	72,5 bc	71,0 c	71,0 c
2	85,5 b	83,0 b	79,5 ab	78,5 b	78,0 b
3	75,5 c	75,5 c	71,5 bc	56,0 d	47,5 d
4	97,5 a	96,5 a	84,5 a	85,0 a	88,5 a
5	77,0 c	72,0 c	66,0 c	68,0 c	69,5 c
C.V.(%)	2,74	3,35	5,03	3,73	3,51
DMS (%)	4,94	5,88	8,21	5,83	5,43

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

Os dados referentes ao grau de umidade das sementes após os cinco períodos de condicionamento com solução salina a temperatura de 40°C estão na Tabela 9. Não houve variação entre os lotes para todos os períodos os períodos de condicionamento estudados (24, 48, 72, 96 e 120 horas).

Com a utilização saturada de sal, houve redução dos valores do teor de água das sementes após o envelhecimento e também que os resultados foram mais uniformes, com variações entre os lotes igual ou inferior a 1% em todos os períodos de condicionamento. Estes resultados se assemelham com os verificados por Panobianco & Marcos Filho (2001) em estudos realizados com sementes de tomate.

Tabela 9. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).

Teor de água (%)					
40°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	12,75 a	13,00 a	13,25 a	12,50 a	13,00 a
2	13,00 a	12,50 a	12,75 a	12,50 a	12,50 a
3	12,25 a	13,00 a	13,50 a	12,00 a	13,00 a
4	13,00 a	12,75 a	12,50 a	12,75 a	13,00 a
5	12,75 a	13,00 a	13,25 a	12,00 a	13,50 a
C.V.(%)	3,04	3,89	4,95	3,47	4,87
DMS (%)	0,84	1,09	1,40	0,93	1,38

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

Os dado obtidos para o teste de envelhecimento acelerado, com solução salina, utilizando cinco períodos de condicionamento e temperatura de 43° C em sementes de aveia preta, estão na Tabela 10. Verificou-se que os períodos de 24 e 72 horas, na temperatura de 43°C, separou os lotes de modo semelhante, apresentando a mesma classificação dos lotes.

Tabela 10. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).

Germinação após envelhecimento acelerado (%)					
43°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	73,5 c	72,0 bc	70,0 c	68,0 bc	69,5 c
2	83,0 b	78,0 b	79,5 b	76,5 ab	78,0 b
3	71,5 c	69,5 c	67,0 c	63,0 c	53,0 d
4	94,5 a	93,5 a	92,5 a	83,5 a	87,5 a
5	72,0 c	68,0 c	65,0 c	49,5 d	50,0 d
C.V.(%)	3,54	4,96	5,59	6,13	4,62
DMS (%)	6,10	8,24	9,12	9,11	6,81

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

O período de 48 horas apresentou classificação dos lotes em três níveis de vigor, assim como verificado nos períodos de 24 e 72 horas, no entanto, o lote 1 que havia sido classificado como o de baixo vigor, neste período de 48 horas de condicionamento, foi classificado como intermediário.

Para os períodos de 96 e 120 horas o lote 4 foi apontado como o mais vigoroso e os lotes 3 e 5 como os de pior qualidade. De um modo geral, estes resultados se assemelham aos obtidos no teste de envelhecimento acelerado tradicional, com água (Tabelas 2, 4 e 6) e confirmam a superioridade da qualidade do lote 4 e a inferioridade dos lotes 1, 3 e 5.

Com relação aos dados do grau de umidade das sementes após o envelhecimento acelerado com solução saturada de sal à temperatura de 43°C, os resultados estão na Tabela 11.

Os resultados obtidos para o teor de água das sementes após o envelhecimento com solução saturada de sal foi semelhante aos verificados para o grau de

Tabela 11. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).

Teor de água (%)					
43°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	11,75 b	12,75 a	13,25 a	14,00 a	13,00 a
2	13,00 ab	13,00 a	13,00 a	13,00 a	13,00 a
3	12,50 ab	12,50 a	13,00 a	13,00 a	12,75 a
4	13,50 a	13,00 a	13,00 a	13,25 a	13,00 a
5	13,25 a	12,75 a	12,75 a	13,25 a	12,00 a
C.V.(%)	4,73	3,19	2,43	3,63	4,41
DMS (%)	1,32	0,89	0,69	1,05	1,22

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

umidade das sementes após envelhecimento com solução saturada de sal em temperatura de 40°C.

Verificou-se que, com exceção do período de 24 horas, não houve diferença significativa entre os lotes nos períodos de condicionamento. Os teores de água das sementes variaram de 11,75 a 14,00%. Os resultados obtidos demonstram que mesmo com grau de umidade inferior em relação ao teste de envelhecimento tradicional, com água e sem tratamento das sementes, houve redução na porcentagem de germinação quando comparado com o envelhecimento com solução saturada de sal à temperatura de 40°C (Tabela 8), evidenciando o efeito da temperatura sobre a redução na porcentagem de germinação. Essa redução é ainda mais evidente quando são analisados os resultados do teste de envelhecimento a 45°C. No entanto, os resultados são menos drásticos que os observados para o envelhecimento acelerado tradicional (com água) sem tratamento das sementes. Segundo Jianhua & McDonald (1996) e Panobianco & Marcos Filho (1998), no teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal, mesmo com grau de umidade inferior, ocorre estresse suficiente para reduzir a germinação.

Tabela 12. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).

Germinação após envelhecimento acelerado (%)					
45° C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	77,0 c	72,5 c	72,0 c	61,5 c	45,5 c
2	84,5 b	80,5 b	81,0 b	72,5 b	73,5 b
3	72,0 c	69,5 cd	71,5 c	47,0 d	42,5 c
4	93,0 a	90,5 a	93,0 a	83,0 a	82,0 a
5	73,5 c	68,0 d	56,5 d	50,0 d	47,5 c
C.V.(%)	4,16	2,62	5,05	4,15	6,58
DMS (%)	7,26	4,36	8,24	5,69	8,36

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

Os valores médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal de cinco lotes de sementes de aveia preta por períodos de condicionamento de 24, 48, 72, 96 e 120 horas à temperatura de 45°C, estão na Tabela 12. Assim como observado nas Tabela 8 e 10, os resultados obtidos confirmam a superioridade da qualidade do lote 4 e a inferioridade dos lotes 1, 3 e 5. O lote 2 em todos os períodos de condicionamento foi identificado como intermediário. Para estes resultados ocorreu também redução da germinação, principalmente nos períodos mais prolongados de condicionamento e nos lotes classificados como de qualidade inferior. Os lotes de qualidade inferior foram os mais sensíveis às condições de estresse durante o teste de envelhecimento acelerado.

Na Tabela 13 podem ser observados os valores médios do teor de água das sementes em cinco períodos de condicionamento e temperatura de 45°C, em cinco lotes de sementes de aveia preta. Em relação ao teor de água das sementes foram observadas diferenças significativas entre os lotes nos períodos de 24 e 120 horas, sendo que as diferenças foram inferiores a 3%. Assim como verificado nas Tabelas 9 e 11, os

Tabela 13. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl).

Teor de água (%)					
45°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	13,0 a	12,50 a	12,00 a	12,25 a	11,50 b
2	12,75 ab	12,50 a	11,75 a	12,00 a	12,00 ab
3	12,0 b	12,75 a	11,75 a	11,75 a	12,00 ab
4	12,5 ab	12,25 a	12,00 a	12,00 a	12,25 ab
5	12,25 ab	12,50 a	12,00 a	12,00 a	13,00 a
C.V.(%)	3,27	4,38	5,09	4,03	4,12
DMS (%)	0,89	1,19	1,32	1,05	1,09

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

teores de água nas sementes após o envelhecimento com solução saturada de sal variaram de 11,50 a 13,00% e mantiveram-se uniforme em todos os períodos de condicionamento.

4.4 Envelhecimento acelerado tradicional (com água) com tratamento fungicida das sementes

A classificação do nível de qualidade das sementes a 40°C nos períodos de 24, 48 e 72 horas (Tabela 14) foi semelhante à observada nos testes de envelhecimento acelerado tradicional, com água e sem tratamento e no teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal, nestes mesmos períodos. Já, para os períodos de 96 e 120 horas, observou-se que houve redução da germinação quando comparado com os períodos anteriores e que esta redução foi intermediária aos teste de envelhecimento acelerado tradicional sem fungicida e ao envelhecimento acelerado com solução saturada de sal. No teste de envelhecimento tradicional sem tratamento das

Tabela 14. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.

Germinação após envelhecimento acelerado (%)					
40°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	77,0 c	74,5 c	68,5 bc	61,5 b	40,0 c
2	85,0 b	82,5 b	79,5 ab	65,5 ab	58,0 ab
3	74,5 c	73,0 c	70,0 bc	49,5 c	32,5 c
4	95,5 a	94,0 a	86,5 a	71,5 a	69,5 a
5	74,5 c	70,5 c	66,0 c	45,0 c	44,0 bc
C.V.(%)	2,56	2,72	7,05	7,27	14,49
DMS (%)	4,54	4,68	11,40	9,30	15,44

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

sementes, houve queda mais acentuada da germinação, enquanto que no envelhecimento com solução saturada de sal as porcentagens de germinação se mantiveram mais elevadas, principalmente nos lotes classificados como mais vigorosos (Tabelas 2 e 8).

Na Tabela 15 podem ser observados os valores médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado, (com água) com tratamento fungicida de sementes de aveia preta, em cinco períodos de condicionamento à temperatura de 43°C.

Os resultados evidenciaram que os períodos de 24, 48 e 72 horas de condicionamento apresentaram a mesma classificação para os cinco lotes de aveia preta, com o lote 4 se destacando como de melhor qualidade, os lotes 2 e 1 como os de qualidade intermediária no período de 24 horas e o lote 2 nos períodos de 48 e 72 horas. Os lotes 1, 3 e 5 foram classificados como os de pior qualidade nesses períodos, no entanto, observa-se ordenação diferente para a classificação dos lotes, dependendo do período de condicionamento utilizado.

Tabela 15. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.

Germinação após envelhecimento acelerado (%)					
43°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	74,5 bc	73,0 c	67,5 c	47,5 bc	39,0 b
2	81,5 b	79,0 b	80,0 b	58,5 ab	62,5 a
3	73,5 c	69,0 c	66,0 c	47,5 bc	38,5 b
4	96,0 a	94,5 a	93,5 a	74,0 a	64,5 a
5	72,5 c	70,5 c	63,5 c	40,5 c	32,0 b
C.V.(%)	4,15	3,03	5,23	13,52	18,31
DMS (%)	7,22	5,10	8,45	15,83	18,91

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

Para o período de 96 horas verificou a classificação dos lotes em três níveis de vigor, com os lotes 4 e 2 sendo classificados como os de melhor qualidade, 1 e 3 como intermediários e o lote 5 como o de pior qualidade. Já, para o período de 120 horas observou-se a separação dos lotes em apenas dois níveis de vigor com os lotes 2 e 4 se destacando e diferindo significativamente dos demais lotes.

Assim como verificado no teste de envelhecimento acelerado tradicional à temperatura de 40°C, houve redução acentuada da germinação das sementes nos períodos mais prolongados de condicionamento, principalmente no de 120 horas.

Os dados médios obtidos para o teste de envelhecimento acelerado tradicional com tratamento das sementes, em cinco períodos de condicionamento à temperatura de 45°C, estão na Tabela 16.

Observa-se que os resultados foram semelhantes aos obtidos para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal nos períodos de 24, 48 e 72 horas e ao teste de envelhecimento acelerado tradicional sem tratamento fungicida das sementes nos períodos de 24 e 48 horas (Tabelas 12 e 6). Nos períodos de 96 e 120 horas

Tabela 16. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.

Germinação após envelhecimento acelerado (%)					
45°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	72,5 c	69,5 bc	68,5 bc	36,0 b	22,0 c
2	83,5 b	76,0 b	80,5 ab	54,0 a	34,0 b
3	72,5 c	61,0 c	65,5 c	28,5 b	19,0 c
4	92,5 a	90,0 a	87,5 a	59,0 a	46,0 a
5	71,0 c	65,5 bc	55,5 c	31,0 b	19,0 c
C.V.(%)	4,17	7,08	8,48	16,09	13,04
DMS (%)	7,73	11,19	13,23	14,65	7,97

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

houve redução acentuada da germinação das sementes, no entanto, mesmo assim permaneceram acima dos resultados verificados para o teste de envelhecimento tradicional sem tratamento das sementes, evidenciando portanto, que o estresse causado neste teste não foi somente da temperatura e umidade alta das sementes após o envelhecimento, mas também devido a presença de microorganismos associados à semente, observados visualmente por ocasião da análise.

Em relação aos teores de água nas sementes após o envelhecimento acelerado tradicional (com água) com tratamento fungicida de cinco lotes de sementes, cinco períodos de condicionamento à temperaturas de 40, 43 e 45°C, os dados podem ser verificados nas Tabelas 17, 18 e 19. Constatou-se que, para o condicionamento das sementes na temperatura de 40°C, não houve diferenças significativas nos teores de água das sementes entre os lotes nos períodos de 24 e 120 horas de condicionamento. Nos demais períodos, os lotes 3 e 4 foram os que apresentaram o maior e o menor teor de água nas sementes, respectivamente.

Tabela 17. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 40°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.

Teor de água (%)					
40°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	28,50 a	32,50 ab	31,75 ab	33,25 abc	33,75 a
2	27,50 a	31,50 b	32,50 ab	32,25 bc	32,25 a
3	29,75 a	33,25 a	33,50 a	34,25 a	33,00 a
4	29,50 a	29,75 c	31,50 b	31,50 c	31,50 a
5	28,75 a	32,75 ab	33,25 ab	33,50 ab	33,25 a
C.V.(%)	3,86	2,32	2,81	2,74	4,41
DMS (%)	2,42	1,61	1,99	1,97	3,15

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

Tabela 18. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 43°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.

Teor de água (%)					
43°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	27,25 a	30,00 a	31,25 ab	30,75 a	32,50 abc
2	26,75 a	28,00 b	29,75 b	31,75 a	31,00 bc
3	28,00 a	30,00 a	33,00 a	33,25 a	34,75 a
4	26,50 a	27,75 b	29,75 b	30,50 a	30,75 c
5	28,75 a	30,50 a	32,50 a	32,25 a	33,75 ab
C.V.(%)	4,73	2,76	3,01	4,75	4,14
DMS (%)	2,83	1,76	2,05	3,28	2,94

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

Tabela 19. Teor de água (%) de sementes de cinco lotes de aveia preta, tratadas com fungicida, após cinco períodos de condicionamento (24, 48, 72, 96, 120 horas) à temperatura de 45°C para o teste de envelhecimento acelerado tradicional.

Teor de água (%)					
45°C					
Lotes	24h	48h	72h	96h	120h
1	27,50 a	29,75 a	31,25 a	32,50 a	32,00 ab
2	27,50 a	31,00 a	30,50 a	31,75 a	32,75 ab
3	28,50 a	30,25 a	31,75 a	33,75 a	34,75 a
4	26,50 a	29,50 a	33,00 a	31,25 a	30,75 b
5	29,25 a	31,50 a	33,75 a	33,00 a	34,00 a
C.V.(%)	5,47	4,12	4,92	3,67	3,55
DMS (%)	3,32	2,73	3,44	2,59	2,53

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

Para a temperatura de 43°C, verificou-se que houve diferenças significativas entre os lotes nos períodos de 48, 72 e 120 horas de condicionamento e para a temperatura de 45°C apenas no período de 120 horas.

Os teores de água após o envelhecimento acelerado foram de 27,50 a 33,75% para a temperatura de 40°C, de 26,5 a 34,75% para a temperatura de 43°C e de 26,5 a 34,75% para a temperatura de 45°C, porém dentro de cada período de envelhecimento a variação entre os lotes não deve ter afetado os resultados do teste.

4.5 Considerações Finais

O teste de envelhecimento acelerado tradicional sem tratamento fungicida possibilitou as separações dos lotes em três níveis de vigor nos períodos de 24 e 48 horas, à temperatura de 40°C e de 48 horas a 43°C e 45°C. Os períodos de 96 e 120 horas de condicionamento a 45°C provocaram a ausência de plântulas normais em praticamente todos os lotes. Esses resultados assemelham-se aos observados por Wetzel

(1972), que constatou ser o período de 48 horas de envelhecimento menos severo e mais efetivo para avaliar o vigor de sementes de trigo. A redução observada na germinação pode ter sido causada tanto pelo alto teor de água atingido pelas sementes e a temperatura elevada (45°C) como, também, pela presença de microorganismos associados às sementes.

Para o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (NaCl), observou-se que, de um modo geral, o período de 24 horas de condicionamento foi o que melhor classificou os lotes em três níveis de vigor nas três temperaturas utilizadas.

A porcentagem de germinação com este procedimento manteve-se elevada mesmo em condições de longos períodos de condicionamento, principalmente nos lotes classificados como os mais vigorosos (lotes 4 e 2), isto, devido ao menor teor de água das sementes e a ausência do desenvolvimento aparente de microorganismos.

O teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal foi o que promoveu efeito menos drástico sobre a germinação das sementes, mesmo assim, foi eficiente na separação dos lotes.

O teste de envelhecimento acelerado tradicional com o tratamento fungicida das sementes se mostrou menos drástico que o teste de envelhecimento acelerado tradicional sem o tratamento fungicida. Neste teste os períodos que mais evidenciaram as diferenças entre os lotes foram os de 24 e 48 horas à temperatura de 40°C, 48 e 72 horas à temperatura de 43°C e 24 e 120 horas a 45°C.

O tratamento fungicida das sementes possibilitou a utilização de períodos de condicionamento mais prolongados para a classificação dos lotes sem levá-los a ausência da germinação, quando comparado com o procedimento tradicional sem tratamento fungicida.

O tratamento fungicida das sementes não promoveu modificações acentuadas nas informações sobre o potencial fisiológico dos lotes avaliados, assim como, verificado por Marcos Filho & Shioga (1981) em estudos realizados com sementes de soja.

Não houve tendência de aumento no teor de água das sementes após o envelhecimento com o aumento da temperatura ou período de condicionamento em todos os procedimentos estudados.

Com relação às variações dos teores de água entre os lotes de sementes após o envelhecimento acelerado, mantiveram-se dentro dos padrões considerados toleráveis para a execução dos testes.

5 CONCLUSÕES

O teste de envelhecimento acelerado é adequado para estimar o vigor de sementes de aveia preta. Assim, o teste de envelhecimento acelerado tradicional pode ser conduzido à temperatura de 40°C por 24 ou 48 horas e a 43 ou 45°C por 48 horas; o envelhecimento acelerado com solução saturada de sal a 40, 43 ou 45°C por 24 horas e o envelhecimento acelerado tradicional com sementes tratadas a 40°C por 24 ou 48 horas, a 43°C por 48 horas ou a 45°C por 24 horas de condicionamento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORSATO, A.V.; BARROS, A.S.R.; AHRENS, D.C.; DIAS, M.C.L.L. Avaliação de testes de vigor para sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.163-168, 2000.

BOUNUS, E.B.; MAIA, M.S.; MELLO, V.D.C. Determinação de temperaturas e tempo de exposição para o teste de envelhecimento precoce em azevém. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, 1985. Brasília. **Resumos...** Brasília: ABRATES, 1985, p.102.

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

CARVALHO, N.M. Efeitos do tamanho sobre o comportamento da semente de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Ciência e Cultura**, v.24, n.1, p.64-69, 1972.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 326p.

CESM/SP. Comissão ESTADUAL DE SEMENTES E MUDAS – SP. Padrão de sementes de gramíneas forrageiras. 2001, s.n.t. (folheto)

COSTA, N.P. et al. Padronização do teste de envelhecimento precoce. EMBRAPA – CNPSo. **Resultados de pesquisa de soja 1983/84**. p.119-120. 1984.

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

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

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; SADER, R.; GALLI, J.A. Uso de solução salina (NaCl) no teste de envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* var. *itálica*). CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Curitiba. **Resumos...** Londrina: ABRATES, 2003. p.256.

FORSIN, L.S.; SAMPAIO, T.G.; TAMANINI, R.H.V.S.; SAMPAIO, N.V. Avaliação de metodologias para testes de vigor em sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Curitiba. **Resumos...** Londrina: ABRATES, 2003. p.290.

GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L. Teste de envelhecimento precoce para sementes de azevém, aveia preta e milheto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p. 233-237, 1999.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour teste methods**. Zurich: ISTA, 1995.117p.

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

LEMO, L.B.; CARVALHO, M.V.; PANOBIANCO, M.; SADER, R.; FORNASIERI FILHO, D.; BANZATTO, D.A. Avaliação do vigor das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) através do teste de envelhecimento acelerado. In: REUNIÃO NACIONAL DE

PESQUISA E FEIJÃO, 6, 1999. Salvador. **Resumos...**Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. p.521.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MARCOS FILHO, J.; SHIOGA, P.S. Tratamento fungicida de sementes de soja no teste de envelhecimento rápido. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.56, n.3, p.163-172, 1981.

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.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.C.P. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.473-482, 2000.

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

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

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

MENDONÇA, E.A.F.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; MACHIO, E.; CALDEIRA, S.A.F.; SOARES, A.C.B.A.B. Envelhecimento acelerado modificado em sementes de espécies forrageiras. CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Curitiba. **Resumos...** Londrina: ABRATES, 2003. p.277.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. FUNEP: Jaboticabal, 1994. 164p.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. & MACHADO, J.R. Maturação de sementes de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) I. Maturidade do campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.315-326, 1994.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. & MACHADO, J.R. Efeitos da dose e da época de aplicação de N na produção e qualidade de sementes de aveia-preta. **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.31-43, 1995.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes e pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, 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.

PATERNIANI, R.S.; REIS, R.A.; VIEIRA, R.D.; RODRIGUES, L.R.A.; COAN, O. Avaliação de genótipos de aveia quanto a produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.36-41, 1995.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: VAN DER VENTER, H. A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, 1995. p.73-87.

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., Angers, 2001. **Abstrats**. Angers: ISTA. 2001. p.41-42.

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

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

SCHUCH, L.D.B.; LIN, S.S. Efeito do envelhecimento rápido sobre o desempenho de sementes e de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8, p.1163-1170, 1982.

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

SILVA, M.A.D.; SILVA, W.R. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.599-608, mar, 2000.

TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2002.

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. p.4.1-4.26.

WETZEL, C.T. **Contribuição ao estudo da aplicação do teste de envelhecimento visando a avaliação do vigor em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) trigo (*Triticum aestivum* L.) e de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 1972. 116p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESALQ/USP, Piracicaba, 1972.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST – Sistemas de análise estatística para microcomputadores**. 1991. 120p.