



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SEMENTES

**MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE AZEVÉM ANUAL (*Lolium multiflorum* Lam.)**

JANAINA IARA SILVA

**PELOTAS
RIO GRANDE DO SUL – BRASIL
2012**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SEMENTES

MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AZEVÉM ANUAL (*Lolium multiflorum* Lam.)

JANAINA IARA SILVA

Tese apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Orlando Antonio Lucca Filho, Dr., como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título Doutor.

**PELOTAS
RIO GRANDE DO SUL – BRASIL
2012**

Dados de catalogação na fonte:

(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

S486m Silva, Janaina Iara da

Métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) / Janaina Iara da Silva; orientador: Orlando Antonio Lucca Filho. Pelotas, 2012. 54f. ; il..- Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

1.Azevém; 2.Vigor; 3.Envelhecimento acelerado; 4.Condutividade elétrica. I.Lucca Filho, Orlando Antonio (orientador); II. Título.

CDD 633.2

MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AZEVÉM ANUAL (*Lolium multiflorum* Lam.)

AUTOR: Janaina Iara Silva, Eng^a Agr^a

ORIENTADOR: Prof. Orlando Antonio Lucca Filho, Dr.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orlando Antonio Lucca Filho, Dr.

Prof. Leopoldo Mario Baudet Labbé, Dr.

Prof^a Maria Ângela André Tillmann., Dr^a

Eng^o Agr^o Gustavo Martins da Silva, Dr.

Eng^o Agr^o Francisco de Jesus Verneti Jr., Dr.

DEDICO

*Aos meus pais, Delvino e Luisa, pelo
amor e dedicação, que me
possibilitaram cumprir mais uma etapa.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meus caminhos e pela possibilidade infinita de crescimento, que se manifesta a cada instante em minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela possibilidade de realização do curso, e ao CNPq, pela concessão da bolsa.

Ao Prof. Orlando Antonio Lucca Filho, pela oportunidade, ensinamentos, orientação no desenvolvimento deste trabalho e confiança depositados em mim.

Ao Prof. Leopoldo Mario Baudet Labbé, pelas sugestões e críticas que contribuíram para a realização do trabalho.

Ao Dr. Geri Eduardo, pelo auxílio na realização das análises estatísticas e pela amizade.

À empresa Hadller & Hasse, Capão do Leão, pelo fornecimento das sementes de azevém anual.

Aos colegas que conviveram comigo nessa etapa da minha vida: Leomara, Fabiane, Vanessa, Sandra, Viviane, Jadiyi, Fernanda, Mirela, Andreia, Luciana, Wilner, Suemar, Marcos, Bento, João Carlos, Juliana, Letícia, Márcio, Sabrina, Alexandra, Jonas, pela valiosa amizade adquirida.

Aos funcionários do Laboratório Didático de Análise de Sementes da UFPel, Silvio Oliveira da Rosa, Ireni Leitzke Cardoso, pelas suas orientações e apoio nos trabalhos de laboratório.

A todas as pessoas da Universidade que me ajudaram, de forma direta ou indireta, obrigada pelo carinho.

Aos meus familiares e amigos, pelo incentivo, confiança, companheirismo, que, mesmo tão longe, estiveram sempre me apoiando.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Valores médios (%) dos resultados do teor de água (U), pureza física (PF), peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem (PC), de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	34
Tabela 2. Valores médios (%) de plântulas normais obtidas no teste de envelhecimento acelerado (100% UR), usando-se três temperaturas e quatro períodos de exposição de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	36
Tabela 3. Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de 50 sementes, em função do período de embebição (h) e da quantidade de água (mL), de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	39
Tabela 4. Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de 100 sementes, em função do período de embebição (h) e da quantidade de água (mL), de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	40
Tabela 5. Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$), de 50 e 100 sementes, em função da quantidade de água (mL), de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	41
Tabela 6. Valores médios (%) de plântulas normais, obtidos no teste de emergência de plântulas em bandeja, realizados em três profundidades de semeadura (1, 2 e 3cm), de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	43
Tabela 7. Valores médios do índice de velocidade de germinação realizado em três profundidades de semeadura (1, 2 e 3cm), de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	44

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Bandeja e areia utilizadas para realização dos testes de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	29
Figura 2. Bandeja, areia e discos limitadores de profundidade (não preenchidos com areia) utilizados para realização do teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	30
Figura 3. Bandeja, areia, discos limitadores de profundidade (não preenchidos com areia) e sementes utilizados para realização do teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	30
Figura 4. Bandeja, areia, discos limitadores de profundidade (preenchidos com areia) e sementes utilizados para realização do teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de quatro lotes de sementes de azevém anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	31

RESUMO

SILVA, Janaina Iara. **Métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)**. Pelotas, 2012. 54f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de sementes. Universidade Federal de Pelotas.

As metodologias disponíveis para a caracterização da qualidade de sementes de espécies forrageiras de clima temperado não são bem específicas, e na sua grande maioria são adaptadas daquelas usadas para as sementes das grandes culturas, o que tem levado à obtenção de resultados desuniformes e pouco confiáveis. Este trabalho teve como objetivo a busca do estabelecimento de metodologias que permitam avaliar de forma precisa a qualidade de diferentes lotes de sementes de azevém anual. Para isso, foram testadas variações metodológicas de testes comumente empregados para sementes de outras espécies e avaliado o desempenho de um método alternativo, buscando detectar uma metodologia que permitisse melhor demonstrar o potencial fisiológico de campo das sementes. Utilizaram-se sementes de azevém anual, representadas por quatro lotes. As sementes foram avaliadas através dos testes de determinação do teor de água, pureza física, peso de mil sementes, germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência de plântulas em bandeja com areia e índice de velocidade de emergência (IVE). De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que o teste de condutividade elétrica é promissor para a avaliação do vigor de sementes de azevém anual, sendo que a combinação 100 sementes/25mL permite a separação de lotes em diferentes níveis de vigor. É possível determinar o vigor de sementes de azevém anual pelo teste de envelhecimento acelerado utilizando-se 41°C/48h e 42°C/72h.

Palavras-chave: vigor; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica.

ABSTRACT

SILVA, Janaina Iara. **Determination of methodologies for evaluating the physiological quality of seeds of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.)**. Pelotas, 2012. 54f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de sementes, Universidade Federal de Pelotas.

The methods available to characterize the quality of forage seeds of temperate climate are not very specific, and mostly used are those adapted for the seeds of the most crops, which has led to achieving results and little disform reliable. This study aimed to seek the establishment of methodologies to assess accurately the quality of different seed lots of annual ryegrass. For that were tested methodological variations of tests commonly used for other crops seeds and evaluated the performance of an alternative method, trying to detect an alternative that would allow better demonstrate the physiological field and seed storage. We used annual ryegrass, represented by four lots. Seeds were evaluated using the tests for determining the water content, physical purity, thousand seed weight, germination, first count germination, accelerated aging and electrical conductivity, seedling emergence in sand tray, rate of emergence (IVE). According to the results, we concluded that the electrical conductivity test is promising for evaluating the effect of annual ryegrass. The use of combination 100 seeds/25mL the electrical conductivity test, allows the separation of lots at different levels of force. You can determine the effect of annual ryegrass seeds by accelerated aging test using 41°C/48h and 42°C/72h.

Key-words: vigor; accelerated aging; electrical conductivity.

SUMÁRIO

	Página
BANCA EXAMINADORA.....	2
DEDICATÓRIA.....	3
AGRADECIMENTOS	4
LISTA DE TABELAS.....	5
LISTA DE FIGURAS	6
RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE	14
2.2. QUALIDADE DE SEMENTES	15
2.3. GERMINAÇÃO DE SEMENTES	16
2.4. VIGOR DE SEMENTES	17
2.5. TESTES DE VIGOR	20
2.5.1. Primeira contagem	20
2.5.2. Envelhecimento acelerado	21
2.5.3. Condutividade elétrica	22
2.5.4. Índice de velocidade de emergência	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA	26
3.2. PUREZA FÍSICA	26
3.3. PESO DE MIL SEMENTES	26
3.4. TESTE DE GERMINAÇÃO	27
3.5. TESTE DE PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO	27
3.6. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO	27
3.7. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	28
3.8. EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM BANDEJA COM AREIA	29
3.8.1. Índice de velocidade de emergência (IVE)	31
3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA	31

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE AZEVÉM ANUAL	33
4.2. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO	36
4.3. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	38
4.4. TESTE DE EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM BANDEJA	42
4.5. ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6. CONCLUSÕES	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1. INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea anual, cespitosa, que possui folhas finas e tenras. É rústica, agressiva, perfilha em abundância e facilmente adaptável às variações climáticas, razão pela qual é uma das gramíneas de clima temperado mais cultivada no Rio Grande do Sul, usada principalmente na formação de pastagens, em consórcio com outras espécies, e como cultura de cobertura para o plantio direto (FONSECA et al., 1999; BRESSOLIN, 2007).

Originária do Mediterrâneo, Sul da Europa, Norte da África e Ásia Menor, há indicações de que tenha sido cultivado pela primeira vez na Itália (PUPO, 1979; ARAÚJO, 1978). Não está evidenciada a época de introdução do azevém no Rio Grande do Sul, a qual, provavelmente, tenha ocorrido pelos primeiros colonos italianos, em 1875, destacando-se, desde aquela época, como uma das melhores gramíneas anuais de inverno, completamente aclimatada na região sul do Brasil.

Atualmente, está naturalizada em quintais, hortas, lavouras hibernais, sendo encontrada em todas as regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul, sendo constituinte da flora de campos férteis (ARAÚJO, 1978).

Até o final da década de 70 ocorriam significativas importações de sementes para o Brasil, via Rio Grande do Sul, o que, sem dúvida, gerava uma evasão de recursos do setor primário; no entanto, a partir de meados da década de 80, esse quadro começou a mudar, em parte devido ao projeto de “Produção e Tecnologia de Sementes de Espécies Forrageiras”, desenvolvido pelo convênio UFPe/EMBRAPA, a partir de 1978. Consequência desse projeto foi a redução das importações, a valorização da semente nacional e a maior participação desse segmento na economia interna do setor primário (MAIA, 1995).

Buscando maior eficiência na pecuária, houve uma expansão da área cultivada com azevém nos últimos anos, e adicionalmente, cresceu a demanda de sementes (AHRENS e OLIVEIRA, 1997; FONSECA, et al., 1999).

Ainda, visando impulsionar a pecuária, estão sendo lançadas novas cultivares de azevém com características desejáveis, como maior produtividade e resistência às adversidades climáticas que os genótipos atuais (MEDEIROS, 2009).

Gerdes (2003) ressalta que, além da alta produtividade e qualidade nutricional, o azevém apresenta como vantagens, em relação às outras forrageiras de inverno, a sua boa produção de sementes, capacidade de ressemeadura natural, resistência às doenças e versatilidade de associações com outras gramíneas e leguminosas.

O emprego de sementes de alta qualidade é um fator fundamental e de grande valia no estabelecimento dos cultivos, possibilitando elevadas produções. No entanto, problemas como baixa demanda por sementes de alta qualidade, inexistência de sementes básicas e reduzida adoção tecnológica para a produção, evidenciados por Souza (1980) há várias décadas, ainda persistem, resultando em um comércio caracterizado por sementes de baixa pureza física e varietal, baixa viabilidade e alta contaminação por sementes de plantas invasoras, dificultando, no entanto, decisões quanto à distribuição e à implantação de lavoura, aumentando, assim, riscos e custos de produção.

Em plantas forrageiras destinadas a corte ou pastejo, o vigor das sementes é de fundamental importância, pois determina o tempo entre a semeadura e a primeira utilização.

Estudos realizados sobre a qualidade de sementes de forrageiras revelaram que mais de 60% dos lotes comercializados apresentavam padrões abaixo do mínimo exigido pela legislação vigente (ALMEIDA et al., 2007), tendo como principais causas a baixa pureza física e o elevado número de sementes nocivas toleradas.

Espécies como azevém, aveia preta e milheto têm demonstrado potencial para produção de sementes; entretanto, problemas estruturais, basicamente de organização comercial, fazem com que essa alternativa ainda se constitua numa expectativa em nível de produtor. As sementes dessas espécies, por apresentarem um alto valor comercial, merecem maior atenção em relação a sua qualidade fisiológica (GARCIA e MENEZES, 1999). No entanto, a oferta irregular de sementes de azevém, tanto em termos quantitativos como qualitativos, bem como a inexistência de sementes básicas, resultam na comercialização de sementes de baixa qualidade física, genética e sanitária, com reflexos negativos na implantação da cultura e no aumento dos custos de produção (LUCCA-FILHO et al., 1999).

As áreas destinadas à produção de sementes de azevém normalmente são de pastagens utilizadas até determinada época, sendo posteriormente diferidas e adubadas para colheita de sementes; com isso apresentam baixa produtividade, desestimulando o produtor (FONSECA et al., 1999).

Apesar da reconhecida importância, praticamente não existem metodologias de teste de vigor para sementes de azevém, sendo urgente e necessário o desenvolvimento de trabalhos que contemplem, não só a adequação de métodos já existentes, como também a proposição de novas alternativas para caracterização da qualidade fisiológica dessa espécie.

Com este propósito, foi desenvolvido o presente trabalho, que teve o objetivo de estabelecer metodologias que permitam avaliar de forma precisa a qualidade de diferentes lotes de sementes de azevém anual. Para isso, foram testadas variações metodológicas de testes comumente empregados para sementes de outras espécies, buscando detectar uma alternativa que permitisse melhor demonstrar o potencial fisiológico das sementes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

O azevém anual foi cultivado pela primeira vez na região da Lombardia, na Itália, por isso também é conhecido por azevém italiano (*Lolium italicum*).

O azevém anual apresenta grande resistência ao pastejo, suporta altas lotações e as características nutricionais e de aceitabilidade são excelentes. Ressemeia muito facilmente e é pouco afetado por pragas e doenças (CARAMBULA, 1977). É uma espécie relativamente pouco exigente quanto a solos, já que vegeta em uma ampla gama de situações; mesmo assim, quanto mais elevada for a fertilidade, maior será a produção de forragem e sementes (CARAMBULA, 1981).

De acordo com Pupo (1979), o azevém é adaptado a temperaturas baixas (não resiste ao calor), desenvolvendo-se somente durante o inverno e a primavera. Adapta-se relativamente bem em qualquer tipo de solo, mas proporciona maior rendimento nas terras médias, úmidas e férteis, bem como nas argilosas. É menos produtivo nas áreas arenosas secas, sendo as várzeas e banhados drenados favoráveis.

A espécie, apesar de crescer em solos frescos e úmidos, não é muito tolerante à umidade excessiva e solos encharcados. O azevém é uma gramínea que resiste bem às baixas temperaturas e por isso tem grande importância na região sul do Brasil, constituindo-se em um dos principais bancos de proteína para o gado no período de entressafra.

O azevém anual é a principal gramínea de inverno para a produção de leite e carne. Possui alta palatibilidade, alta proteína e digestibilidade, bem como boa composição mineral. Possui bastante resistência às geadas. Além de excelente opção forrageira presta-se muito como alternativa para cobertura de solo, proporcionando boa produção de massa e proteção ao solo.

Como a forrageira é utilizada no inverno (período mais crítico para a alimentação do gado), não há necessidade de conservação. Mesmo em sistemas confinados, a forragem pode ser cortada no campo e fornecida verde para os

animais. Além do cultivo exclusivo, pode ser consorciado com outras gramíneas (aveia, centeio) e com leguminosas (serradela, trevos, alfafa, ervilhaca, cornichão etc.).

O azevém anual, por ser altamente adaptado às condições edafológicas climáticas do estado do Rio Grande do Sul e proporcionar uma boa resposta no desempenho do rebanho bovino, é muito empregado como pastagem para a pecuária, após a lavoura de arroz, no estado (KLAFKE, 2008).

Possui sementes pequenas (do tamanho de um grão de arroz), podendo ser cultivado em linhas ou a lanço. No primeiro caso, recomenda-se o espaçamento de cerca de 20cm entre linhas. Pode, ainda, ser semeado com o solo preparado (preparo convencional) ou sobre semeado em áreas de campo nativo ou pastagens cultivadas de verão.

No Brasil, os rendimentos de sementes em azevém anual podem alcançar 1.000 a 1.200kg/ha de sementes puras (MAIA et al., 1981; BAZZIGALUPI, 1982; MAIA, 1992), obtidos na região sul do estado do Rio Grande do Sul, sendo esses dados alcançados também em nível de produtores. Em nível mundial, vários autores citam rendimentos de até 2.300kg/ha (CARAMBULA, 1981; CEDELL, 1983).

Dentre os aspectos que merecem atenção especial para permitir o melhor aproveitamento do potencial produtivo do azevém destaca-se a utilização de sementes de alta qualidade, principalmente quanto aos componentes genético e fisiológico. No entanto, ainda são escassos os estudos direcionados à avaliação do potencial fisiológico de sementes de azevém.

2.2. QUALIDADE DE SEMENTES

A qualidade de um lote de sementes compreende um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, de modo que o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado, de maneira consistente, quando é considerada a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (MARCOS-FILHO, 2005). As características afetam a capacidade de estabelecimento e desenvolvimento da planta, podendo variar entre e dentro dos lotes em virtude de diferenças qualitativas presentes nas sementes, sob

a interferência das circunstâncias ocorridas entre a sua formação e o momento de semeadura.

A avaliação da qualidade de sementes é essencial, pois além de garantir o próprio produto, também auxilia na detecção de problemas, orientando o produtor nas tomadas de decisões, contribuindo para uma melhor eficiência do sistema de produção. Assim, é crescente o interesse na utilização de testes de vigor no controle interno da qualidade, complementando as informações do teste de germinação, com o objetivo de obter parâmetros mais sensíveis para a seleção dos melhores lotes (DIAS e BARROS, 1992; MARCOS-FILHO, 1994).

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

A semente deve apresentar níveis de qualidade específicos. Nesse particular, a evolução tecnológica da agricultura, alicerçada no melhoramento de cultivares, na utilização de insumos modernos e de sementes melhoradas, aliada às exigências do mercado e à necessidade de produzir com eficiência e redução dos custos, contribuem para que os produtores de sementes permaneçam atentos, com o objetivo de comercializar a melhor semente, não se contentando em obter lotes que apenas atinjam os padrões mínimos de qualidade (MARCOS-FILHO, 1994).

Uma semente de alta qualidade, independente da espécie a que pertence, apresenta alto vigor, elevados padrões de germinação e sanidade, além da garantia de pureza física e varietal. No entanto, para espécies forrageiras inúmeros problemas dificultam a obtenção de sementes de alta qualidade, principalmente porque essa atividade está associada às oscilações da pecuária (FONSECA et al., 1999).

2.3. GERMINAÇÃO DE SEMENTES

O teste de germinação é utilizado rotineiramente em laboratório, para avaliar o potencial fisiológico das sementes, sendo conduzido em condições ideais de temperatura, luminosidade e umidade. No entanto, há vários anos, pesquisadores, tecnólogos, produtores de sementes e agricultores não têm se mostrado

completamente satisfeitos com as informações oferecidas por esse teste, pois não refletem, na maioria das vezes, as condições climáticas dos campos de produção, com resultados frequentemente superiores aos obtidos no campo. Outra limitação do teste de germinação é a demora na obtenção dos resultados. Dessa forma, diversos testes que buscam diferenciar lotes de sementes com relação a sua qualidade fisiológica, registrando índices de qualidade mais sensíveis que o teste de germinação, têm sido propostos.

Ahrens e Oliveira (1997), estudando os efeitos do manejo do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) na produção de sementes, verificaram altos valores de germinação quando foram realizado cortes para a produção de sementes de azevém anual.

Mota et al. (2007) concluíram que a utilização da mesa de gravidade incrementa a qualidade física e fisiológica de sementes de azevém, adequando aos padrões impostos na legislação, pois obteve 96,9% de germinação nos lotes beneficiados e 74,8% nos não beneficiados.

Lopes et al. (2009) avaliando o potencial fisiológico de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), provenientes de seis municípios do Rio Grande do Sul, concluíram que, pela análise dos resultados do teste padrão de germinação, apenas o lote proveniente do município de Bagé foi significativamente superior aos demais, apresentando 99% de germinação.

2.4. VIGOR DE SEMENTES

O termo “vigor de sementes” foi empregado pela primeira vez no início do século XX por Hiltner e Ihssen, os quais desenvolveram o teste do tijolo moído (MARCOS-FILHO, 1999). A definição de vigor de sementes tem sido um dos aspectos mais discutidos pelos tecnologistas de sementes do mundo todo, não se tendo chegado a um consenso (VIEIRA e CARVALHO, 1994) quanto à forma mais adequada de sua caracterização.

Segundo Marcos-Filho (1999), os objetivos básicos dos testes de vigor são: avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade de lotes com germinação semelhante, complementando as informações fornecidas pelo teste de germinação; distinguir, com segurança, lotes de alto dos de baixo vigor; separar lotes em

diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional à emergência das plântulas em campo, resistência ao transporte e potencial de armazenamento.

De acordo com Marcos-Filho (1999), várias classificações para os métodos de vigor foram propostas e, entre elas, está talvez a mais completa, que é atribuída a McDonald (1975), pois além de precisa, tem permitido a inclusão de novos métodos, sem se tornar desatualizada, sendo os testes distribuídos em testes físicos, testes fisiológicos, testes bioquímicos e testes de resistência.

Segundo Peske et al. (2003), o vigor de sementes é um indicativo da magnitude da deterioração fisiológica e/ou da integridade de um lote de sementes de alta germinação, e que prevê a sua habilidade de se estabelecer em uma ampla faixa de condições ambientais. Normalmente, é necessário mais de um teste para avaliar o potencial fisiológico de um lote, já que cada teste enfoca uma característica (física, fisiológica, bioquímica ou de resistência). O objetivo desses testes é fornecer uma informação sobre o potencial de campo e/ou desempenho durante o armazenamento de lotes de sementes de alta qualidade fisiológica, o que nem sempre pode ser identificado pelo teste de germinação.

Os mesmos autores afirmam que os testes de vigor são úteis não só para detectar diferenças de qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante, como também para a seleção de lotes para semeadura, avaliação do potencial de emergência das plântulas no campo, avaliação do potencial de armazenamento, avaliação do grau de deterioração, controle de qualidade pós-maturidade, seleção de cultivares com qualidade fisiológica elevada durante programas de melhoramento genético, identificação ou diagnóstico de problemas, e para propaganda e promoção de vendas.

O vigor de sementes não é uma característica facilmente mensurável como o índice de germinação, mas proveniente de um conceito complexo de características associado a um ou mais aspectos do desempenho do lote de sementes. Como consequência, os testes de vigor fornecem informações adicionais para auxiliar na diferenciação dos lotes de sementes com padrão de germinação aceitável e que as diferenças detectadas estejam relacionadas ao comportamento das sementes durante o armazenamento e após semeadura (MARCOS-FILHO, 2005; TEKRONY, 2003).

A avaliação do vigor de sementes, como rotina pela indústria sementeira, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, permitindo a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis, o que é de extrema importância na tomada de decisões durante o manejo das sementes após a maturidade. Esses testes são componentes essenciais de programas de controle de qualidade, tendo em vista evitar o manuseio e comercialização de sementes de qualidade inadequada (PANOBIANCO e MARCOS-FILHO, 1998).

Entre os testes de vigor mais estudados estão: classificação do vigor de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio, teste de deterioração controlada, tetrazólio e condutividade elétrica. A ISTA (*International Seed Testing Association*), por meio de seu Comitê de Vigor, incluiu os testes de condutividade elétrica para ervilha e de envelhecimento acelerado para soja nas Regras Internacionais para Análise de Sementes (ISTA, 2004), na condição de testes recomendados. Por outro lado, poucos estudos têm sido conduzidos sobre o uso de testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de forrageiras. Para forrageiras temperadas, as metodologias não são bem específicas e na sua grande maioria são adaptadas daquelas usadas para as sementes das grandes culturas, o que tem produzido resultados desuniformes e pouco confiáveis.

O vigor da semente é função de um conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente (AOSA, 1983). Em função disso, o uso de um único teste de vigor (fisiológico, bioquímico ou de resistência a estresse), pode gerar informações incompletas, tanto para uma única espécie como para avaliar o potencial de desempenho das sementes sob diferentes condições ambientais (HAMPTON e COOLBEAR, 1990). Portanto, segundo Marcos-Filho (1999), a tendência predominante é a combinação de resultados de diferentes testes, levando-se sempre em consideração a finalidade do uso dos resultados e as suas limitações.

Os testes de vigor que se baseiam na resistência avaliam o desempenho de sementes expostas a estresses como: germinação a baixas temperaturas, imersão em água quente, teste de submersão, teste em solução osmótica, imersão em soluções tóxicas à semente, teste do tijolo moído (teste de Hiltner & Ihssen), envelhecimento acelerado e teste de frio.

As propostas metodológicas se concentram, principalmente, em torno das culturas da soja, amendoim, feijão, algodão e hortaliças em geral. Sendo assim, pesquisas que avaliem diferentes metodologias para outras espécies, visando detectar testes de vigor que melhor se correlacionem com a emergência em campo, devem ser buscadas. Dessa forma, estará se gerando importantes contribuições ao mercado de sementes, garantindo a comercialização de sementes de qualidade e a regulamentação de normas de qualidade em nível de produtor e de mercado, algo ainda extremamente deficitário, principalmente na cadeia de produção de sementes de espécies forrageiras.

O mercado de sementes exige decisões rápidas, em todas as fases do cultivo, bem como no manejo das sementes durante a colheita, recepção, processamento, armazenamento e comercialização. Assim sendo, a redução no período destinado à avaliação da qualidade fisiológica é imperativa, sendo considerada uma prioridade para a pesquisa (CUSTÓDIO, 2005). Nesse sentido, tem-se procurado desenvolver testes que possam ser padronizados para estimar o comportamento de lotes quanto à viabilidade e vigor ou possam ser auxiliares em rotinas de laboratório.

2.5. TESTES DE VIGOR

O desenvolvimento de testes para avaliação do vigor em sementes, bem como a padronização desses, é essencial para a constituição de um eficiente controle de qualidade. Assim, no controle de qualidade pós-colheita, principalmente em análise de sementes, parte das atuais pesquisas são direcionadas para a obtenção e/ou aprimoramento dos testes de vigor, que sejam padronizáveis, de baixo custo, de fácil utilização, bem como para o estudo e desenvolvimento de testes rápidos, além de metodologias adequadas para a avaliação de sementes.

2.5.1. Primeira contagem

O teste de primeira contagem de germinação determina o vigor relativo do lote, avaliando a percentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem do teste de germinação na amostra em análise (NAKAGAWA,

1999). A porcentagem obtida na primeira contagem indica o número de sementes vigorosas, as quais foram capazes de formar plântulas normais em um curto período de tempo, caracterizando um estado fisiológico dessas, superior às demais. Esse teste é de fácil execução, uma vez que a coleta dos dados é efetuada no próprio teste de germinação.

A primeira contagem da germinação é considerada um teste de vigor, pois sabe-se que no processo de deterioração a velocidade de germinação decai antes da porcentagem de germinação. Segundo Matthews (1980), as amostras que germinam mais rapidamente, apresentando valores mais elevados de germinação na primeira contagem, podem ser consideradas mais vigorosas que aquelas de germinação mais lenta.

O teste de primeira contagem também avalia, indiretamente, a velocidade de germinação, de tal forma que, quanto maior o número de plântulas normais computadas na data da primeira contagem, maior será o vigor do lote (NAKAGAWA, 1999).

A primeira contagem do teste de germinação, que representa a velocidade de germinação das sementes e, conseqüentemente, o vigor, é um teste que permite a estratificação dos lotes através de diferenças no potencial fisiológico (FRANZIN et al., 2004).

A condução do teste de primeira contagem requer alguns cuidados em relação ao umedecimento do substrato, que deve ter a umidade padronizada para cada espécie, e a temperatura, que precisa ser constante, porque a alternância pode provocar alterações nos resultados.

2.5.2. Envelhecimento acelerado

Dentre os testes disponíveis, o envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendados para várias espécies cultivadas. Inicialmente desenvolvido com a finalidade de estimar a longevidade de sementes armazenadas (DELOUCHE e BASKIN, 1973), esse tem sido amplamente estudado com vistas à sua padronização.

O teste de envelhecimento acelerado, que avalia o comportamento de sementes submetidas a condições adversas de alta temperatura e umidade relativa

elevada, foi desenvolvido por Delouche em 1965, procurando estimar o potencial relativo de armazenamento de lotes de trevo e de festuca (MARCOS-FILHO, 1999). Sob essas condições, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda diferenciada da viabilidade, podendo estabelecer diferenças no potencial fisiológico dos lotes avaliados.

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais populares para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1993). Tem como princípio a aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes através de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais importantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS-FILHO, 1999). Portanto, a semente deve absorver água até atingir graus de umidade que permitem estresse suficiente, capaz de possibilitar a identificação de diferenças entre lotes com porcentagens de germinação similares (ÁVILA et al., 2006).

Dentre os fatores que afetam o comportamento das sementes submetidas ao teste, podemos destacar: a interação temperatura/período de exposição, sendo um dos mais estudados e as diferenças na absorção de água pelas sementes, expostas à atmosfera úmida, podendo originar variações no grau de umidade interno.

2.5.3. Condutividade elétrica

Dentre os testes rápidos, o de condutividade elétrica tem sido bastante utilizado para a avaliação do vigor das sementes, destacando-se como um dos testes mais importantes.

O teste de condutividade elétrica foi utilizado pela primeira vez por Fick e Hibbard em 1925, que associaram a baixa germinação de sementes de capim timóteo à elevada liberação de solutos durante a embebição (MARCOS-FILHO, 2005). A partir desses estudos, a avaliação da condutividade elétrica na solução de embebição de sementes passou a ser usada e estudada para avaliar a qualidade fisiológica de várias espécies de sementes (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

A ISTA (HAMPTON e TEKRONY, 1995) tem este teste como um dos mais indicados para estimar o vigor de sementes, devido a sua objetividade, além da facilidade de execução na maioria dos laboratórios de análise de sementes, sem maiores despesas em equipamentos e treinamento de pessoal (VIERIA e KRZYZANOWSKI, 1999). Entre as inúmeras vantagens deste teste, tem-se, ainda, o fato de ser um teste rápido e de estar relacionada com eventos iniciais da sequência de deterioração das sementes, como a degradação das membranas celulares e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas (DELOUCHE e BASKIN, 1973).

O teste de condutividade elétrica avalia o grau de estruturação das membranas celulares em decorrência da deterioração das sementes, por meio da determinação da quantidade de íons lixiviados em solução de embebição. As sementes de menor potencial fisiológico liberam maior quantidade de lixiviados, como consequência da menor estruturação e seletividade das membranas (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

Várias pesquisas têm demonstrado que o decréscimo do potencial fisiológico e da germinação das sementes tem relação direta com o aumento da lixiviação de solutos, como consequência da perda da integridade das membranas.

Na fase inicial do processo de embebição, a capacidade da semente reorganizar o sistema de membranas celulares e reparar danos físicos e/ou biológicos, que podem ter ocorrido durante o processo de produção, irá influenciar a quantidade e natureza de lixiviados liberados para o meio externo (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). Assim, quanto maior a velocidade de restabelecimento da integridade das membranas, menor será a quantidade de lixiviados liberados para o meio externo e, conseqüentemente, maior o vigor da semente. O valor da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes varia em quantidade e tipo de lixiviados, tais como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons orgânicos, como K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+ (VIERIA e KRZYZANOWSKI, 1999; MARCOS FILHO, 2005).

Dentre os fatores que afetam o comportamento das sementes submetidas ao teste, podemos destacar: tamanho da amostra, temperatura de embebição, período de embebição, volume de água utilizado, presença de sementes danificadas fisicamente, integridade do tegumento e sua permeabilidade, tamanho do recipiente de embebição, número de sementes constituintes da amostra avaliada.

O teste de condutividade elétrica é reconhecidamente eficiente para avaliação do vigor, proporcionando resultados consistentes e com isso permitindo a identificação segura de diferenças no potencial fisiológico de sementes de várias espécies. Porém, seu uso para sementes de forrageiras ainda é pouco estudado, justificando, portanto, a necessidade de intensificação da pesquisa, visando o estabelecimento de procedimentos específicos para condução do teste, sobretudo para sementes de azevém.

Dutra e Vieira (2006), estudando os vários períodos de embebição do teste de condutividade elétrica para avaliar o potencial fisiológico de sementes de abobrinha, concluíram que o tempo de embebição pode ser reduzido para 8 horas. Resultados semelhantes foram obtidos por Menezes et al. (2007) que avaliaram o efeito do número de sementes e o tempo de imersão sobre a condutividade elétrica da solução em sementes de aveia preta, considerando a possibilidade de redução do período de embebição de 16h para 8h para avaliar o potencial fisiológico de lotes de sementes de aveia preta.

2.5.4. Índice de velocidade de emergência

A velocidade de emergência é um dos conceitos mais antigos de vigor de sementes (AOSA, 1983). Lotes de sementes com porcentagens de germinação semelhantes, frequentemente mostram diferenças em suas velocidades de emergência, indicando que existem diferenças de vigor entre eles (NAKAGAWA, 1999).

O objetivo do índice de velocidade de emergência (IVE) é determinar o vigor relativo do lote, avaliando a velocidade de emergência de sementes (NAKAGAWA, 1994). O teste deve ser realizado sob temperatura constante, pois alternância de temperaturas pode provocar modificações nos resultados. As avaliações das plântulas são realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgem as primeiras plântulas normais.

O teste de índice de velocidade de emergência é um teste simples e rápido, baseando-se no princípio de que a velocidade de germinação ou de emergência das plântulas em campo é proporcional ao vigor das sementes (MARCOS-FILHO et al., 1987).

Segundo Menezes et al. (2007), o teste de emergência de plântulas ratifica, complementa e auxilia a definição do potencial fisiológico de sementes, pois estima o desempenho das sementes e lotes em condições variadas de ambiente. Para Marcos-Filho (1981), o teste de emergência de plântulas constitui indicador da eficiência dos testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi instalado e conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no período de abril de 2008 a julho de 2009. Foram utilizadas sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) representadas por quatro lotes provenientes da empresa Hadller & Hasse, Capão do Leão, RS. Desses lotes, um era da variedade FEPAGRO categoria C2 e os três restantes eram lotes de sementes comuns pertencentes à classe S1. A umidade inicial dos lotes variou entre 13 e 14% e com germinação acima do padrão para produção e comercialização de sementes de azevém.

Foram realizados os seguintes procedimentos e testes, em todos os lotes:

3.1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA

O teor de água foi determinado através do método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, sendo calculada por diferença de massa, com base na massa úmida das sementes com duas repetições de 4g de sementes de cada lote, conforme as Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2. PUREZA FÍSICA

A pureza física foi realizada de acordo com as recomendações das Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.3. PESO DE MIL SEMENTES

O peso de mil sementes foi determinado através da pesagem de oito subamostras de 100 sementes provenientes da porção semente pura de cada lote. As sementes foram contadas manualmente e em seguida pesadas em balança

analítica com precisão de 0,0001g (BRASIL, 2009). O resultado de peso médio foi expresso em gramas.

3.4. TESTE DE GERMINAÇÃO

Utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes por lote, fazendo uso de caixas do tipo “gerbox” sob substrato papel mata-borrão umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, conduzido na temperatura de 20°C constante. As avaliações foram realizadas no quinto e décimo quarto dias após a semeadura, segundo critérios estabelecidos pelas Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, para cada lote.

3.5. TESTE DE PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO

Foi realizado conjuntamente com o teste padrão de germinação, através da contagem das plântulas normais no quinto dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.6. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Conduzido utilizando-se caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,5cm) como compartimento individual (minicâmara), possuindo, suspensa em seu interior, tela de alumínio onde as sementes, após pesagem (aproximadamente 2,0g) foram distribuídas de maneira a formarem camada uniforme. No interior de cada caixa plástica foram adicionados 40mL de água. As caixas tampadas foram mantidas em BOD, onde foram estudados períodos de tempo (24, 48, 72 e 96h) e variações de temperatura (40, 41 e 42°C). Ao término de cada período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação. As avaliações foram realizadas cinco dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais para cada lote. Dessa forma, os tratamentos foram os seguintes:

Tratamento 1 - temperatura de 40°C e tempo de 48h;

Tratamento 2 - temperatura de 40°C e tempo de 72h;

Tratamento 3 - temperatura de 40°C e tempo de 96h;

Tratamento 4 - temperatura de 41°C e tempo de 48h;

Tratamento 5 - temperatura de 42°C e tempo de 24h;

Tratamento 6 - temperatura de 42°C e tempo de 48h;

Tratamento 7 - temperatura de 42°C e tempo de 72h.

3.7. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Esta etapa consistiu nas combinações mais eficientes para separação do vigor dos lotes de sementes de azevém. Para isso, foram estudadas variações no número de sementes (50 e 100), volume de água de embebição (25, 50 e 75mL), períodos de embebição (16, 20 e 24h) mantidas na temperatura de 20°C. Essas avaliações foram conduzidas com quatro repetições, utilizando-se sementes previamente pesadas com precisão de 0,0001g, embebidas em água e colocadas em copos plásticos descartáveis de 100mL. A quantidade de lixiviados foi determinada com auxílio de condutímetro marca DIGIMED, modelo DM-31 e os resultados foram expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de semente. A combinação do número de sementes, volume de água e tempo de embebição permitiu a obtenção dos seguintes tratamentos:

Tratamento 1 - 50 sementes embebidas em 25mL de água destilada por 16h;

Tratamento 2 - 50 sementes embebidas em 25mL de água destilada por 20h;

Tratamento 3 - 50 sementes embebidas em 25mL de água destilada por 24h;

Tratamento 4 - 100 sementes embebidas em 25mL de água destilada por 16h;

Tratamento 5 - 100 sementes embebidas em 25mL de água destilada por 20h;

Tratamento 6 - 100 sementes embebidas em 25mL de água destilada por 24h;

Tratamento 7 - 50 sementes embebidas em 50mL de água destilada por 16h;

Tratamento 8 - 50 sementes embebidas em 50mL de água destilada por 20h;

Tratamento 9 - 50 sementes embebidas em 50mL de água destilada por 24h;

Tratamento 10 - 100 sementes embebidas em 50mL de água destilada por 16h;

Tratamento 11 - 100 sementes embebidas em 50mL de água destilada por 20h;

Tratamento 12 - 100 sementes embebidas em 50mL de água destilada por 24h;

Tratamento 13 - 50 sementes embebidas em 75mL de água destilada por 16h;

Tratamento 14 - 50 sementes embebidas em 75mL de água destilada por 20h;

Tratamento 15 - 50 sementes embebidas em 75mL de água destilada por 24h;

Tratamento 16 - 100 sementes embebidas em 75mL de água destilada por 16h;

Tratamento 17 - 100 sementes embebidas em 75mL de água destilada por 20h;

Tratamento 18 - 100 sementes embebidas em 75mL de água destilada por 24h.

3.8. EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM BANDEJA COM AREIA

O teste foi conduzido utilizando-se 1.200 sementes para cada lote, em quatro repetições de 100 sementes, semeadas manualmente em bandejas com areia a uma profundidade de 1, 2 e 3cm (Figuras 2, 3 e 4), distanciados entre si de 1cm. Primeiramente, houve padronização da areia utilizada, requerendo-se uma peneira de granulometria de 1,5mm; em seguida, a areia foi esterilizada em estufa a 100°C/24h. Após a semeadura, as sementes foram incubadas a 20°C. Avaliaram-se o número de plantas emergidas aos 11 dias após a semeadura, computando-se como plântulas normais aquelas que apresentavam a parte aérea com tamanho igual ou superior a 3,0cm. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas para cada lote e profundidade.



Figura 1. Bandeja e areia utilizadas na realização dos testes de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).



Figura 2. Bandeja, areia e discos limitadores de profundidade (não preenchidos com areia) utilizados para realização do teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).



Figura 3. Bandeja, areia, discos limitadores de profundidade (não preenchidos com areia) e sementes utilizados para realização do teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).



Figura 4. Bandeja, areia, discos limitadores de profundidade (preenchidos com areia) e sementes utilizados para realização do teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).

3.8.1. Índice de velocidade de emergência (IVE)

Este teste foi conduzido em conjunto com o teste de emergência em bandeja com areia, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas emergidas a partir do dia em que a primeira plântula foi observada na superfície do substrato, nas três profundidades estabelecidas (1, 2 e 3cm). A avaliação foi realizada até a completa estabilização, procedendo-se ao cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE), empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962), citado por Vieira e Carvalho (1994):

IVE: $(E1/N1) + (E2/N2) + ... + (En/Nn)$, onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2,..., En = número de plântulas normais computadas em cada contagem;

N1, N2,..., Nn = número de dias entre a semeadura e cada uma das contagens.

Os resultados foram expressos em índices médios de velocidade de emergência para cada lote e profundidade.

3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F e

posteriormente as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

Os dados referentes ao teste de germinação, primeira contagem da germinação e pureza física foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$, enquanto os dados de peso de 1.000 sementes não sofreram transformação. Também foram executadas análises de correlações entre os testes de vigor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE AZEVÉM ANUAL

A Tabela 1 apresenta os valores médios do teor de água, pureza física, peso de 1.000 sementes, germinação e primeira contagem de quatro lotes de sementes de azevém anual. A análise de variância revelou diferenças significativas entre os lotes para as características analisadas.

Tabela 1. Valores médios (%) dos resultados do teor de água (U), pureza física (PF), peso de mil sementes (PMS), germinação (G) e primeira contagem (PC) de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).

LOTE	U (%)	PF (%)	PMS (g)	G (%)	PC (%)
1**	13,8	99 a*	2,222 a	92 a	77 a
2	13,0	98 b	2,117 b	89 b	79 a
3	13,7	99 a	2,118 b	87 b	75 a
4	13,0	99 a	2,082 b	86 b	76 a
CV (%)		0,78	1,21	3,45	3,19

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade

**Variedade FEPAGRO, categoria C2

Na Tabela 1 pode-se observar que o teor de água das sementes dos quatro lotes de azevém anual situou-se entre 13,0 e 13,8%, sendo essa umidade a recomendada para armazenamento dessa espécie nas condições do estado do Rio Grande do Sul.

Esses níveis de umidade foram adequados para a condução dos testes, uma vez que estão na faixa de 11 a 13%, que é indicada como a mais favorável para a realização dos testes (LOEFFER et al., 1988; MARCOS-FILHO et al., 1987; MARCOS-FILHO et al., 1999; CARVALHO, 1994; PANOBIANCO e MARCOS-FILHO, 2001), uma vez que a uniformização do teor de água das sementes é

fundamental para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

Para a característica pureza física das sementes, ilustrada na Tabela 1, observa-se que na determinação do perfil dos lotes das sementes de azevém anual, a pureza física média foi de aproximadamente 99%, sendo que as impurezas encontradas eram constituídas principalmente de palhas, folhas secas e aristas.

Observa-se que, mesmo o lote 2 apresentando significativamente menor pureza física que os demais, está situado dentro dos padrões para produção e comercialização de sementes de azevém anual, ou seja, $\geq 97\%$ (MAPA, 2005). Resultados similares foram obtidos por Ohlson et al. (2008), que realizando o levantamento da qualidade de sementes de azevém anual comercializadas no estado do Paraná, na safra 2007, observaram que 100% das amostras oriundas da fiscalização do comércio de sementes de azevém anual apresentaram pureza física $\geq 97\%$.

Porém, Fonseca et al. (1999), avaliando a qualidade de sementes de azevém anual produzidas no Rio Grande do Sul, observaram que apenas 54% das amostras estavam de acordo com os padrões de comercialização. Ainda em levantamento desenvolvido por Mota et al. (2007), sobre a pureza física de sementes de azevém anual, beneficiadas e não beneficiadas, no período de 2002 a 2003, verificou-se que 60% das amostras beneficiadas e 95% das amostras não beneficiadas apresentaram pureza inferior a 97%. Resultados semelhantes foram encontrados por Ahrens e Oliveira (1997), onde os valores de pureza física de sementes de azevém anual estavam abaixo do padrão mínimo estabelecido para a comercialização das sementes de azevém (MAPA, 2005).

Com relação ao peso de 1.000 sementes (Tabela 1), verifica-se que houve diferença entre os lotes e que os resultados obtidos nos quatro lotes de azevém anual encontraram-se entre 2,08g e 2,22g, observando que o lote 1 apresentou o maior valor de peso de 1.000 sementes e o lote 4 o menor.

Esses resultados são em geral superiores quando comparados com os resultados obtidos por Miranda et al. (2004), onde os valores de peso de 1.000 sementes apresentaram variação de 1,10g a 2,42g. Ahrens e Oliveira (1997) encontraram valores de 1,581g a 1,707g para peso de 1.000 sementes. Bazzigalupi

(1982), estudando o efeito da época de colheita sobre o rendimento e qualidade de sementes de azevém anual, encontrou valores em torno de 1,86g.

De acordo com os resultados de germinação dos lotes de azevém anual (Tabela 1), observa-se que no lote 1 as sementes germinaram significativamente melhor em relação aos demais lotes, embora todos os lotes tenham apresentado germinação acima do padrão para produção e comercialização de sementes de azevém anual, ou seja, $\geq 70\%$ (MAPA, 2005).

Marcos-Filho (1999) ressalta que a utilização de lotes com essas características é essencial para o desenvolvimento de procedimentos para a condução de testes de vigor, procurando atender ao objetivo básico de identificação de diferenças no potencial fisiológico dos lotes com poder germinativo semelhante. Assim, esses primeiros resultados garantiram a sequência das avaliações dos testes de vigor.

Resultados elevados de germinação, entretanto, não significam necessariamente que os lotes possuem alto vigor, uma vez que o teste de germinação é conduzido em condições favoráveis de temperatura, umidade e luminosidade, permitindo ao lote expressar o potencial máximo para produzir plântulas normais, onde a maior limitação do teste de germinação é sua incapacidade de detectar diferenças de potencial fisiológico entre lotes com alta germinação.

Para o teste de primeira contagem da germinação (Tabela 1), observa-se que não houve diferença estatística entre os quatro lotes de azevém anual, não conseguindo classificar em diferentes níveis de qualidade. Esses resultados evidenciam que o teste de primeira contagem tem sua validade quando se comparam lotes que aparentemente apresentam diferenças de qualidade significativas. Esses resultados concordam com Popinigis (1985), que afirmou que o teste de primeira contagem apresenta baixa sensibilidade em detectar diferenças mínimas de vigor entre lotes e, em sua execução, desconsidera as interações entre a semente e o ambiente de produção, observando-se que o mesmo não salientou diferenças de vigor entre os lotes de sementes. Entretanto, Lopes et al. (2009), avaliando o potencial fisiológico de sementes de azevém anual provenientes de seis municípios do Rio Grande do Sul, concluíram que a primeira contagem de germinação permitiu observar diferenças significativas entre os lotes, classificando-

os em diferentes níveis de qualidade fisiológica. Porém, Bhering (2000) testando métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pepino, concluiu que o teste de primeira contagem de germinação pode ser utilizado para se obter informações preliminares sobre o vigor dos lotes.

4.2. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

A Tabela 2 apresenta os valores médios verificados no teste de envelhecimento acelerado, utilizando-se três temperaturas (40, 41 e 42°C) e quatro períodos de exposição (24, 48, 72 e 96h) dos quatro lotes de sementes de azevém anual. A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos para as características avaliadas.

Tabela 2. Valores médios (%) de plântulas normais obtidas no teste de envelhecimento acelerado (100% UR), usando-se três temperaturas e quatro períodos de exposição de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).

TRATAMENTOS T°C/Tempo de exposição	LOTES			
	1	2	3	4
T1 (40°C/48h)	81 A a*	77 A a	76 ABC a	76 AB a
T2 (40°C/72h)	69 BC b	80 A a	80 AB a	76 AB ab
T3 (40°C/96h)	73 ABC a	75 AB a	71 BCD a	68 BC a
T4 (41°C/48h)	66 CD c	72 AB bc	83 A a	80 A ab
T5 (42°C/24h)	76 AB a	78 A a	71 BCD a	76 AB a
T6 (42°C/48h)	60 DE a	74 AB a	69 CD a	69 BC a
T7 (42°C/72h)	56 E b	68 B a	63 D ab	61C ab
Médias	68,7	74,9	73,3	72,3
CV (%)	8,1			

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, para tratamentos, e minúscula, na linha, para lotes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os lotes apresentaram respostas diferenciadas ao estresse imposto pelas combinações de temperatura e período de exposição das sementes no envelhecimento acelerado, concordando com os resultados encontrados por Mendonça et al. (2008) com algodão, Souza et al. (2009) com aveia preta, Torres e Negreiros (2008) com berinjela e Paiva et al. (2008) com Java.

Na Tabela 2, pode-se observar que quando as sementes dos quatro lotes de azevém anual foram expostas aos tratamentos T1 (40°C/48h), T3 (40°C/96h), T5 (42°C/24h) e T6 (42°C/48h) não houve diferença estatística entre elas. Ao submeter as sementes ao T2 (40°C/72h), T4 (41°C/48h) e T7 (42°C/72h) foi detectado nas avaliações realizadas que o lote 1 teve significativamente o pior desempenho das sementes.

Pode-se observar na Tabela 2 que os resultados do envelhecimento acelerado revelaram que a condução do teste a 42°C provocou efeitos mais drásticos, com o aumento do número de horas nessa condição, nos quatro lotes de azevém anual analisados. Para o lote 1, que foi considerado de pior desempenho pelo teste de envelhecimento acelerado, a melhor condição de estresse foi como era de se esperar, ou seja, a menos drástica de todas as aplicadas (40°C/48h). De forma similar, para os lotes 2 e 3 de melhor desempenho, a condição que mais afetou as sementes foi a mais drástica de todas, 42°C/72 horas, sendo que as condições de 96h a 40°C e 48 h a 42°C também foram drásticas para esses lotes.

Esses resultados podem ser explicados pelas maiores condições de estresse a que as sementes foram submetidas, o que concorda com as afirmações feitas por Dias e Marcos-Filho (1996), que a exposição das sementes à temperatura e umidade elevadas provoca sérias alterações degenerativas no metabolismo da semente, desencadeando a desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares, e as de Rossetto e Marcos-Filho (1995), que o teste de envelhecimento acelerado é mais drástico do que o de deterioração controlada, pois nesse o teor de água das sementes mantém-se constante e, no de envelhecimento acelerado, o teor de água aumenta durante o período de exposição, ocorrendo a diferentes velocidades de embebição de água.

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais utilizados para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de várias espécies, proporcionando informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1993) e o

mesmo foi efetivo para ranquear adequadamente os quatro lotes de azevém anual. Embora Souza et al. (2009), trabalhando com sementes de aveia preta, concluíram que a temperatura elevada e a alta umidade relativa do ar (condições encontradas no teste de envelhecimento acelerado) são condições excessivamente estressantes para as sementes. Por outro lado, estudos em outras espécies, tais como algodão (MENDONÇA, 2008), trigo (FANAN et al., 2006), também indicaram baixa sensibilidade do teste de envelhecimento acelerado para estratificar lotes de sementes, principalmente quando as diferenças de vigor são pequenas. Essa provavelmente tenha sido a situação apresentada pelas sementes utilizadas nesse estudo, ou seja, sementes com alta germinação e não deterioradas.

4.3. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

As Tabelas 3, 4 e 5 apresentam os resultados do teste de condutividade elétrica envolvendo as combinações número de sementes, quantidade de água e tempo de embebição de quatro lotes de sementes de azevém anual. A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos para as diferentes características avaliadas.

Com relação aos períodos de embebição, verificou-se nas diversas combinações empregadas, utilizando 50 sementes (Tabela 3), que houve aumento progressivo na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes de azevém anual como consequência do aumento do período de embebição (16, 20 e 24h) e redução progressiva dessa quantidade de eletrólitos com o aumento da quantidade de água (25, 50 e 75mL). Porém, esse aumento na liberação de lixiviados dos diferentes períodos de embebição somente foi significativo quando utilizados 25mL de água. O mesmo resultado foi encontrado quando utilizaram-se 100 sementes (Tabela 4).

A maior liberação de eletrólitos implica em uma maior lixiviação, devido à desorganização das membranas celulares, indicativo de uma maior deterioração e consequentemente menor qualidade do lote de sementes. Resultados similares foram encontrados por Loeffler et al. (1988), Marcos-Filho et al. (1990), Dias e Marcos-Filho (1996) em soja; por Vieira et al. (1996) em feijão e soja e por Vanzolini e Nakagawa (2005) em amendoim.

Esses resultados são proporcionais, para cada lote, no decorrer do tempo. Verificou-se que, de maneira geral, para o período de embebição de 16 horas, em todas as combinações avaliadas, foi possível a redução para 16 horas no período de embebição das sementes em relação ao período de 24 horas, que é o estabelecido como padrão. Sabendo-se que a liberação inicial de eletrólitos é intensa, tanto pelas sementes intactas e vigorosas como pelas danificadas, torna-se difícil a identificação de possíveis diferenças de qualidade entre os lotes logo no início da imersão. No entanto, com o decorrer desse processo, a quantidade de exsudatos liberados pelas sementes vigorosas vai se estabilizando, em razão, principalmente, da reorganização das membranas, favorecendo a ordenação dos lotes em níveis de qualidade.

Tabela 3. Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) de 50 sementes, em função do período de embebição (h) e da quantidade de água (mL), de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.).

LOTES	PERÍODO DE EMBEBIÇÃO (h)	H ₂ O (mL)		
		25	50 ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$)	75
1	16	380 Ba*	211 Ab	154 Ac
	20	418 ABa	227 Ab	162 Ac
	24	472 Aa	236 Ab	168 Ac
2	16	401 Ca	222 Ab	161 Ac
	20	455 Ba	229 Ab	165 Ac
	24	499 Aa	238 Ab	177 Ac
3	16	438 Ca	223 Ab	154 Ac
	20	494 Ba	239 Ab	157 Ac
	24	546 Aa	243 Ab	167 Ac
4	16	475 Ca	237 Ab	165 Ac
	20	520 Ba	246 Ab	168 Ac
	24	576 Aa	249 Ab	171 Ac

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula, para quantidade de água, na coluna (para cada lote), e minúscula, na linha, para período de embebição, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de 100 sementes, em função do período de embebição (h) e da quantidade de água (mL), de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)

LOTES	PERÍODO	H ₂ O (mL)		
	DE EMBEBIÇÃO (h)	25	50	75
		$(\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1})$		
1	16	335 Ca*	182 Ab	144 Ac
	20	359 Ba	190 Ab	148 Ac
	24	381 Aa	194 Ab	156 Ac
2	16	406 Ba	201 Ab	161 Ac
	20	423 ABa	206 Ab	168 Ac
	24	441 Aa	211 Ab	173 Ac
3	16	452 Ba	210 Ab	163 Ac
	20	464 ABa	228 Ab	168 Ac
	24	479 Aa	231 Ab	175 Ac
4	16	465 Ba	227 Ab	159 Ac
	20	481 ABa	231 Ab	170 Ac
	24	496 Aa	234 Ab	177 Ac

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula, para quantidade de água, na coluna (para cada lote), e minúscula, na linha, para período de embebição, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados permitiram verificar também que, de maneira geral, para todos os volumes estudados (25, 50 e 75mL), houve uma relação direta com a estratificação verificada nos testes iniciais de avaliação da qualidade das sementes, apontando o lote 1 como o mais vigoroso, com exceção do teste de envelhecimento acelerado e índice de velocidade de germinação. Esses resultados demonstram a possibilidade de redução no volume de água utilizado para a embebição de 75mL para 25mL.

Em relação ao número de sementes, de maneira geral, observa-se em geral que, utilizando 50 sementes (Tabela 3), ocorreu maior lixiviação de solutos para a solução, em relação à utilização de 100 sementes (Tabela 4), mesmo mantendo constantes os outros parâmetros avaliados, para os quatro lotes de azevém anual. No entanto, mesmo havendo diferenças entre 50 e 100 sementes, não houve uma

diferença equivalente em lixiviação (Tabelas 3 e 4), mostrando que é possível reduzir o número de sementes do teste para 50 em vez de 100 sementes, quando são utilizados 25mL de água (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), de 50 e 100 sementes, em função da quantidade de água (mL), de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)

LOTES	QUANTIDADE DE SEMENTES	ÁGUA (mL)		
		25	50	75
1	50	423,3 a*	224,7 a	161,3 a
2		464,7 ab	235,0 a	176,7 a
3		492,7 ab	235,0 a	159,3 a
4		523,7 b	244,0 a	168,0 a
CV		10,6	4,5	4,0
	QUANTIDADE DE SEMENTES			
1	100	358,3 a	188,7 a	149,3 a
2		423,3 b	206,0 b	167,3 b
3		465,0 c	223,0 b	168,7 b
4		480,7 c	230,7 c	168,7 b
CV		4,1	2,2	4,2

*Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e para cada quantidade de sementes, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 5 é possível observar que houve estratificação dos lotes quando utilizadas 50 sementes e 25mL de água, sendo o lote 1 significativamente superior em desempenho do que o lote 4. Para os volumes de água de 50 e 75mL, essa estratificação não foi observada. Já, quando foram utilizadas 100 sementes, houve uma estratificação dos lotes mais definidas, sendo que o lote 1 foi significativamente o de melhor desempenho e o lote 4 o de pior desempenho.

Também, verificou-se que o teste de condutividade elétrica, à semelhança dos testes de peso de 1.000 sementes e germinação (Tabela 1), indica o lote 1 como o de melhor qualidade.

Vieira e Krzyanowski (1999) afirmam que, para espécies de sementes consideradas pequenas, o período de embebição durante a condução do teste pode ser reduzido. Porém, embora não sejam relatados estudos que comprovem a eficiência do teste de condutividade elétrica em sementes de azevém anual, pesquisas realizadas com outras espécies de sementes pequenas, como pimentão (OLIVEIRA et al., 2005), rúcula (ALVES e SÁ, 2009), berinjela (NOVEMBRE et al., 2002) consideraram a possibilidade de redução do tempo de embebição de 24h.

É importante salientar, também, que embora os procedimentos avaliados tenham destacado os lotes de melhor e pior desempenho, verificou-se que o uso de 100 sementes (Tabelas 4 e 5), conduziu à maior sensibilidade do teste, em comparação ao uso de 50 sementes (Tabelas 3 e 5).

Os resultados permitiram verificar que, de maneira geral, para os volumes estudados (25, 50 e 75mL), houve uma relação direta com a estratificação verificada nos testes iniciais de avaliação do vigor das sementes, apontando o lote 1 como o mais vigoroso, com exceção do teste de envelhecimento acelerado. Esses resultados demonstram a possibilidade de redução no volume de água utilizado para a embebição de 75mL para 25ml.

O teste de condutividade proporcionou diferenças mais nítidas entre os lotes, em relação aos outros testes. Essa diferença entre os lotes pode estar associada a diferenças mais estreitas detectadas na qualidade inicial dos lotes, a partir dos resultados de peso de 100 sementes e germinação, apresentados na Tabela 1.

Os lotes apresentaram respostas diferenciadas ao estresse imposto pelas combinações de tempo e período de exposição das sementes na condutividade elétrica, concordando com os resultados encontrados por Tokuhisa et al. (2009) com mamão, Souza et al. (2009a) com mamona, Vidigal et al. (2008) com pimenta e Alves e Sá (2009) com rúcula.

4.4. TESTE DE EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM BANDEJA

A Tabela 6 apresenta os valores médios do teste de emergência de plântulas em bandeja, realizado em três profundidades de semeadura (1, 2 e 3cm),

de quatro lotes de sementes de azevém anual. A análise de variância revelou diferenças entre os lotes somente para a profundidade de 3cm.

De acordo com os três tratamentos realizados (1, 2 e 3cm), pode-se observar que o lote 1 apresentou melhor desempenho, embora não estatisticamente significativo para as profundidades 1 e 2cm, sendo portanto considerado de maior vigor, enquanto os lotes 2, 3 e 4, por apresentarem menor desempenho, são considerados de menor vigor.

Pelos resultados de emergência de plântulas em bandeja, pode-se notar que o lote 1 foi superior aos lotes 2, 3 e 4 somente na profundidade de semeadura de 3cm; entretanto, o lote 3 apresentou menor percentagem de emergência, diferindo significativamente do lote 1 na profundidade de 3cm e não diferindo significativamente dos lotes 2 e 4, pelo que esse lote pode ser considerado de menor desempenho no campo.

Tabela 6. Valores médios (%) de plântulas normais, obtidas no teste de emergência de plântulas em bandeja, realizados em três profundidades de semeadura (1, 2 e 3cm), de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)

LOTES	TRATAMENTOS		
	1 cm	2 cm	3 cm
1	79 Aa*	77 Aa	84 Aa
2	77 Aa	75 Aa	75 ABa
3	71 Aa	75 Aa	72 Ba
4	77 Aa	72 Aa	74 ABa
CV (%)	9,3		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula, para coluna, e minúscula, para linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Este teste não se apresentou bom para classificar os lotes em maior ou menor vigor, já que não permitiu ranquear todos os lotes, porém coincidiu com a germinação das sementes, que também mostrou o lote 1 como o melhor, evidenciando uma semelhança e correspondência entre os resultados. Somente apresentou bom para classificar os lotes em maior ou menor vigor somente na profundidade de 3cm.

4.5. ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA

A Tabela 7 apresenta os valores médios do índice de velocidade de emergência de plântulas em três profundidades de semeadura (1, 2 e 3cm), de quatro lotes de sementes de azevém anual.

O índice de velocidade de emergência não mostrou sensibilidade para estratificar os diferentes lotes de sementes em diferentes potenciais fisiológicos, pois não houve diferenças significativas em relação às médias de velocidade de formação de plântulas avaliadas. Os resultados demonstraram diferenças significativas no presente trabalho, nas profundidades 2 e 3cm, e é importante ressaltar que lotes de sementes com maior potencial fisiológico, principalmente pelo maior índice de velocidade de emergência, são importantes para a obtenção de plântulas que permanecem um menor tempo submetidas a condições adversas, como a presença de fungos que promovem tombamento e, também, pela obtenção de mudas mais precoces e uniformes (VIDAL, 2007).

Tabela 7. Valores médios do índice de velocidade de germinação realizado em três profundidades de semeadura (1, 2 e 3 cm), de quatro lotes de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)

LOTES	TRATAMENTOS		
	1 cm	2 cm	3 cm
1	12 Aa*	11 Aa	11 Aa
2	19 Aa	13 Ba	12 Ba
3	17 Aa	13 Ba	13 Ba
4	16 Aa	12 Ba	11 Ba
CV (%)	14,5		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para esta característica, pode-se verificar que as profundidades de 1, 2 e 3cm não apresentaram diferenças entre si nos quatro lotes de azevém anual estudados.

Quanto à estratificação dos quatro lotes em níveis de qualidade, o teste mostrou que o lote 1 foi o de pior desempenho, diferindo significativamente dos

demais lotes nas profundidades 2 e 3cm. Esse resultado coincidiu com aquele encontrado para o teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2), onde o lote 1 foi, em média, o de pior desempenho, e os lotes 2 e 3 os de melhor desempenho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação às espécies forrageiras, o estudo de testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico das sementes é muito escasso, quando comparados com outras culturas de interesse econômico. Entretanto, alguns pesquisadores estão se voltando para o estudo do vigor em sementes dessas espécies, utilizando-se dos testes disponíveis, a fim de estabelecer procedimentos específicos e padronizados, mostrando preferência ao desenvolvimento de testes de vigor capazes de fornecer resultados com rapidez e precisão, sendo esse fator de fundamental importância para a evolução da cadeia de produção de sementes de forrageiras no Brasil.

Existem testes considerados eficientes para avaliar o vigor das sementes, que, no entanto, têm sido dirigidos principalmente às espécies de grandes culturas, enquanto as forrageiras têm recebido menor atenção da pesquisa. Assim, trabalhos direcionados à obtenção de resultados consistentes, procurando identificar a eficiência de diferentes testes de vigor, devem ser intensificados para essas culturas.

Quanto ao teste de germinação, as sementes dos quatro lotes de azevém anual atingiram valores entre 86% e 92%. Em relação à primeira contagem do teste de germinação, os resultados não apresentaram diferenças, não conseguindo classificar em diferentes níveis de qualidade.

O teste de envelhecimento acelerado, com destaque para a exposição das sementes a 41°C/48h e 42°C/72h mostrou-se promissor para avaliação do vigor de sementes de azevém anual.

O teste de condutividade elétrica promoveu resultados interessantes e demonstrou que pode diferenciar os lotes estudados de maneira satisfatória, com destaque para utilização da combinação 100 sementes/25mL, enquanto as outras combinações parecem não ter causado estresse suficiente para a separação desses lotes.

O teste de emergência de plântulas em bandeja apresentou bom para classificar os lotes em maior ou menor vigor somente na profundidade de 3cm.

Os resultados do índice de velocidade de emergência (IVE) mostraram que esse teste não se apresentou eficiente para classificar os lotes em maior ou menor vigor, já que não permitiu ranquear os lotes.

As informações obtidas neste trabalho confirmaram a eficiência do teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes de azevém anual e forneceram subsídios à sua padronização, consolidando a utilização dele em programas de controle de qualidade, decisões no processo de produção, utilização de seleção de lotes para comercialização e também em programas de melhoramento genético.

6. CONCLUSÕES

- O teste de condutividade elétrica é promissor para a avaliação do vigor de sementes de azevém anual;
- A utilização da combinação 100 sementes/25mL de água deionizada, no teste de condutividade elétrica, permite a separação de lotes em diferentes níveis de vigor;
- É possível determinar o vigor de sementes de azevém anual pelo teste de envelhecimento acelerado utilizando-se 41°C/48h e 42°C/72h.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, D.C.; OLIVEIRA, J.C. Efeitos do manejo do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) na produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.41-47, 1997.

ALMEIDA, R.G.; ZIMMER, A.H.; VALLE, C.B. Sementes de forrageiras para o Brasil tropical. **SEED News**, Ano XI, n.6, p.8-11, 2007.

ALVES, C.Z.; SÁ, M.E. Teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor de sementes de rúcula. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.31, n.1, p.203-215, 2009.

ARAÚJO, A.A. **Forrageiras para ceifa**: capineiras, fenação e silagem. Porto Alegre: Sulina, 1978. 169p.

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

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

BAZZIGALUPI, O. **Efeito da época de colheita sobre o rendimento e a qualidade de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. Comum RS**. Pelotas, 1982. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

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

BHERING, M.C. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.171-175, 2000.

BHERING, M.C.; BARROS, D.I.; DIAS, L.A.S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.1-6, 2003.

BRESSOLIN, A.P.S. **Avaliação de populações de azevém quanto à tolerância ao alumínio tóxico e estimativa de tamanho de amostras para estudos de diversidade genética com marcadores AFLP**. Pelotas, 2007. 76f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

CARAMBULA, M. **Producción y manejo de pasturas sembradas**. Montevideo: Hemisferio Sur, 1977. 464p.

CARAMBULA, M. **Producción de semillas de plantas forrajeras**. Montevideo: Hemisfério Sur, 1981. 518p.

CARVALHO, N.M. **A secagem de sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 165p.

CEDELL, T. Middle yield seed in 1983. **Svensk frotidning**, v.52, n.11, p.153-156, 1983.

CUSTÓDIO, C.C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.1, p.29-41, 2005.

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

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996.

DIAS, M.C.L.L.; BARROS, A.S.R. Aferição de testes de vigor para sementes de feijão. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.3, n.1, p.7-23, 1992.

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

FONSECA, M.G.; MAIA, M.S.; LUCCA-FILHO, O.A. Avaliação da qualidade de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.) produzidas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.101-106, 1999.

FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; ROVERSI, T. Avaliação do vigor de sementes de alface nuas e peletizadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.114-118, 2004.

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

GERDES, L. **Introdução de uma mistura de três espécies forrageiras de inverno em pastagem irrigada de capim-aruaana**. Piracicaba, 2003. 73f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GIANLUPPI, V. **Influência do peso de 1000 sementes na qualidade fisiológica de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)**. Pelotas, 1988. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas.

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance – can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, v.18, n.2, p.215-228, 1990.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995, 117p.

ISTA. International Seed Testing Association. International Rules for Testing Seeds, 2004. **Seed Science and Technology**, v.32, 403p. 2004.

KLAFKE, A.V. **Desempenho de sementes nuas e revestidas de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em condições de estresse salino**. 2008. 182f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes. *Seed News*, Pelotas, n.11, p.20-24, 1999.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; MIRANDA, Z.D.F.S. Relatório do comitê de vigor da ABRATES. **Informativo ABRATES**, v.1, n.1, p.1-25, 1990.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, B.D. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, p.37-53, 1988.

LOPES, R.R.; FRANKE, L.B.; NUNES, F.S. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de azevém. **Scientia Agraria**, v.10, n.2, p.89-94, 2009.

LUCCA-FILHO, O.A.; PORTO, M.D.M.; MAIA, M.S. Fungos em sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e seus efeitos no estabelecimento da pastagem. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.21, n.2, p.142-147, 1999.

MAIA, M.S. Avanços em tecnologia de sementes de espécies forrageiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 8., 1991, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1992. p.55-62.

MAIA, M.S. Época de colheita e método de trilha na produção de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) IN: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18., Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1981. p. 100.

MAIA, M.S. **Secagem de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com ar ambiente forçado**. 1995. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005**. Disponível em: <http://www.apassul.com.br/arquivo/in25_novos_padroes/anexo4-azevem.pdf>. Acesso em: 22 de jul. de 2007.

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

MARCOS-FILHO, J. Qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.3, p.405-15, 1981.

MARCOS-FILHO, J. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.605-613, 1984.

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

MARCOS-FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, v.4, n.2, p.33-35, 1994.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C. VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999, cap.3, p.3.1-3.21.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: Importância e Utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C. VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999, cap.1, p.1.1-1.20.

MARCOS-FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMA, H.C.P.C. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, p.1805-1815, 1990.

MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HABBLETHWAITE, P.D. **Seed production**. London: Butterworths, 1980, p.647-660.

MEDEIROS, L.M. **Produtividade, morfogênese e estimativa da temperatura base para genótipos diploides e tetraploides de azevém**. Santa Maria, 2009. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria.

MELO, S.C.; SPINOLA, M.C.M.; MINAMI, K. Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1151-1155, 1999.

MENDONÇA, E.A.F.; AZEVEDO, S.C.; GUIMARÃES, S.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F. Testes de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.1-9, 2008.

MIRANDA, D.M.; FERREIRA, A.L.B.; SARAIVA, C.T.; MAIA, M.S. **Viabilidade de sementes de azevém beneficiadas em mesa de gravidade** (2004). Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/xiiiicic/arquivos/CA_00154.rtf>. Acesso em: 22 de jul. de 2007.

MOTA, M.; CANTOS, A.A.; TAMININI, R.H.V.S.; GOMES, P.F.S.; SAMPAIO, T.G. Pureza física das amostras de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.) analisadas no LAS – INTEC/URCAMP nos anos 2000 a 2005. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2007, Pelotas; ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO, 9., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2007.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.48-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p.2.1-2.21.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; CARPI, V.A.F.; MARCOS-FILHO, J.; CHAMMA, H.M.C.P. Teste de condutividade elétrica para estimar o potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.293-298, 2002.

OHLSON, O.C.; SOUZA, C.R.; PANOBIANCO, M. Levantamento da qualidade de sementes de azevém comercializadas no estado do Paraná. **Informativo ABRATES**, v.18, n.1, 2, 3, p.18-22, 2008.

OLIVEIRA, S.R.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Teste de condutividade elétrica para as sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.31-36, 2005.

PAIVA, A.S.; RODRIGUES, T.J.D.; CANCIAN, A.J.; LOPES, M.M.; FERNANDES, A.C. Qualidade física e fisiológica de sementes da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* cv. Java. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.130-136, 2008.

PANOBIANCO, M.; MARCOS-FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.68-72, 1998.

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

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.A.; ROTA, G.R.M. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel. Ed. Universitária, 2003. 418p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: PAX, 1985. 289p.

PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. 343p.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS-FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

SOUZA, F.H.D. **As sementes de espécies forrageiras tropicais no Brasil**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1980. 53p. (Circular Técnica, 4).

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

SOUZA, S.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C.G. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.155-163, 2009.

TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. **Journal of Seed Technology**, v.17, p.110-120, 1993.

TEKRONY, D.M. Precision is an essential component in seed vigor testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.31, p.435-447, 2003.

TOKUHISA, D.; SEDIYAMA, C.A.Z.; HILST, P.C.; DIAS, D.C.F.S. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.137-145, 2009.

TORRES, S.B.; NEGREIROS, M.Z. Envelhecimento acelerado em sementes de berinjela. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.209-213, 2008.

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

VIDAL, M.D. **Potencial fisiológico e tamanho de sementes de abóbora**. Santa Maria, 2007. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria.

VIDIGAL, D.S.; LIMA, J.S.; BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S. Teste de condutividade elétrica para semente de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.168-174, 2008.

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

VIEIRA, R.D.; DUTRA, A.S. Condutividade elétrica em sementes de abóbora, híbrido Bárbara. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.3, p.305-308, 2006.

VIEIRA, R.D.; PANOBIANO, M.; LEMOS, L.B.; FORNASIEIRO FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.220-224, 1996.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p.4.1-4.20.