

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AVEIA-PRETA (*Avena strigosa* Schreb) PROVENIENTES DE DIFERENTES REGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL

Marcia Gabriel, Stela Maris Kulczynski, Vanessa Graciela Kirsch, Andressa Calderan Bisognin, Douglas Peron Gheller

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Agronomia, campus Frederico Westphalen.
Linha 7 de Setembro, BR 386 km 40, 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil. gabriel.marcia@gmail.com; stelamk@terra.com.br; vanessa_gk@hotmail.com; andressacalderan@hotmail.com; douglas_gheller@hotmail.com.

A cultura de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) é uma das principais alternativas para o cultivo durante o inverno. A qualidade fisiológica da semente pode interferir na uniformidade, velocidade e a porcentagem de emergência em campo, além de apresentar reflexos sobre a população final. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de aveia-preta produzida na safra 2014/2014, proveniente de diferentes unidades de produção localizadas na região Nordeste, Noroeste e Centro Ocidental do RS. A qualidade das sementes foi avaliada através dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de emergência, emergência em casa de vegetação aos vinte e um dias, desempenho de plântula, massa verde e seca de plântula em laboratório e em casa de vegetação, envelhecimento acelerado, teste de frio, condutividade elétrica. Os tratamentos foram constituídos por 36 lotes de sementes de aveia-preta. Os resultados permitiram concluir que 58,34% dos lotes de aveia-preta apresentaram germinação abaixo do mínimo exigido. Sementes mais vigorosas apresentaram maior desenvolvimento e maior produção de massa. Lotes que expressaram menor percentual de germinação e vigor apresentaram retardamento e desuniformidade de emergência.

Palavras-chave: *Avena strigosa*, germinação, vigor, potencial fisiológico.

Physiological quality of black oats seeds (*Avena strigosa* Schreb) from different Regions of Rio Grande do Sul. Black oats (*Avena strigosa* Schreb) are one of the main alternatives for growing during winter. Physiological quality of the seed can interfere with the uniformity, speed and percentage of emergence in the field, besides showing reflexes on the final population. The objective of this work was to evaluate the physiological quality of black oat seeds produced in the 2014/2014 harvest, from different production units located in the Northeast, Northwest and Western Central regions of Rio Grande do Sul, Brazil. Seed quality was evaluated through germination tests, first germination count, emergency speed index, greenhouse emergence at twenty - one days, seedling performance, green mass and seedling dry matter in laboratory and at home Vegetation, accelerated aging, cold test, electrical conductivity. The treatments consisted of 36 lots of black oat seeds. The results obtained allowed to conclude that 58.34% of the lots of black oats presented germination below the minimum required. More vigorous seeds showed higher seedling development and higher mass production. Lots that expressed lower percentage of germination and vigor presented emergency retardation and unevenness.

Key words: *Avena strigosa*, germination, vigor, physiology potential.

Introdução

No estado do Rio Grande do Sul a cultura da aveia-preta juntamente com a cultura do azevém são as principais gramíneas forrageiras utilizadas para a formação de pastagens de inverno e nos sistemas de rotação de culturas, por apresentarem alta capacidade de produção de massa seca, pela resistência ao frio, e aos solos de baixa fertilidade e ao pisoteio (Mattioni et al., 2014).

De acordo com os dados apresentados pela Associação Brasileira de Sementes e Mudas ABRASEM (2013), o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de sementes de aveia-preta tendo uma produção de 61.692 toneladas de sementes no ano agrícola 2014/2014.

Um dos maiores problemas enfrentados na produção de sementes de forrageiras é a disponibilidade de sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária disponíveis no comércio (Holbig et al., 2011). Belmonte e Lucca-Filho (2002) citado por Henning et al. (2009), observaram que aproximadamente 20% das sementes de aveia-preta analisadas no RS, não atenderam os padrões mínimos exigidos para a comercialização, apresentando a maioria das sementes germinação entre 60 a 70% Schuch et al. (1999).

A semente é considerada o mais importante insumo agrícola, por possuir as características genéticas determinantes do desempenho do cultivar; ao mesmo tempo, é responsável ou contribui decisivamente para o sucesso do estabelecimento rápido e uniforme das plântulas a campo, fornecendo a base para a produção rentável (Marcos-Filho, 2005).

O potencial fisiológico reúne informações sobre a germinação (viabilidade) e o vigor das sementes e pode influenciar a uniformidade, a velocidade e a porcentagem de emergência em campo, além de apresentar reflexos sobre a população final. Dessa forma, ressalta-se a necessidade da utilização de sementes de alta qualidade fisiológica sendo essa imprescindível na implantação das gramíneas forrageiras.

Estudos tem demonstrado o efeito da qualidade da semente sobre a produtividade final (Scheeren et al., 2010; Schuch et al., 2009) das plantas na cultura da soja e em relação aos aspectos de desempenho

(Schuch et al., 1999b; 2000; 2008), tendo esses autores observado que sementes de aveia-preta com maior qualidade fisiológica apresentaram seus processos metabólicos acelerados, proporcionando emissão mais rápida e uniforme de radículas, conseqüentemente, maior taxa de crescimento como também apresentaram maior número de colmos, produção de matéria seca, índice de área foliar enquanto que as de menor vigor reduzem, retardam e desuniformizam a emergência no campo.

Da mesma forma Machado (2002), trabalhando com aveia branca, observou que sementes de menor qualidade apresentaram desuniformidade de emergência a campo.

Na implantação de qualquer cultura, os esforços se concentram na busca de métodos que reduzem os custos de produção e aumentam a produtividade; portanto, dentre outros fatores, é de fundamental importância a qualidade das sementes a ser utilizada na semeadura. Sob esse aspecto, a capacidade germinativa é um dos pontos mais importantes para determinar o sucesso no desenvolvimento das plantas (Maia, 2007).

De acordo com Krzyzanowski et al. (1993) lavouras com baixa população de planta devido ao uso de sementes de baixa qualidade, resultam em sérios prejuízos econômicos. Dentre os principais prejuízos econômicos nas culturas forrageiras estão os custos com a aquisição das sementes, onde muitas vezes o produtor aumenta a densidade populacional para poder compensar a produção final. Conforme resultados obtidos por Schuch et al., (2000), quanto mais baixo o nível de vigor das sementes maior a necessidade do aumento da população de plantas.

Com base nessas considerações o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiologia de sementes de aveia-preta produzidas pelas unidades de produção do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

As análises da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes do Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, RS. Foram utilizados trinta e seis lotes de sementes de

aveia-preta, sendo nove lotes da cultivar Embrapa 139, cinco lotes da cultivar Agro Planalto, cinco lotes da cultivar BRS Madrugada, sete lotes da cultivar BRS Centauro, quatro lotes da cultivar Iapar 61, duas da cultivar Agro Coxilha, duas cultivares Agro Zebu, uma da cultivar UPFA 21 Moreninha e uma da cultivar Agro Ijuí, provenientes de unidades de produção localizadas na região Noroeste, Centro Ocidental e Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Para a determinação da qualidade inicial, as sementes dos lotes foram submetidas à determinação do teor de umidade, e essas variaram de 16,26 a 20,23%.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através dos testes de germinação (Brasil, 2009) e de vigor (testes fisiológicos, resistência e bioquímico). Teste de germinação (TG): foram utilizadas 400 sementes por tratamento, com 100 sementes por repetição, distribuídas em substrato rolo de papel *Germitec* umedecidas com água destilada e colocadas no germinador à temperatura constante de 20 °C (± 2 °C). As contagens foram realizadas no quinto e décimo dia, contabilizando-se, na contagem final, a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Primeira contagem (PC): foi realizada em conjunto com o teste de germinação, determinando-se a porcentagem de plântulas normais no quinto dia após a semeadura (Brasil, 2009).

Crescimento de Plântula: foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes e avaliadas todas as plântulas normais, sendo medida o comprimento de parte aérea (CPA) e raiz primária (CR) com o auxílio de um paquímetro digital, no décimo dia após a semeadura (Nakagawa, 1994).

Massa verde de plântula (MVP) e massa seca de plântula (MSP): estas medidas foram realizadas conjuntamente com o teste de crescimento de plântulas em laboratório para todas as plântulas normais. Inicialmente foi realizada a pesagem das plântulas para a determinação da MVP e, após estas, foram colocadas em sacos de papel, levadas e mantidas em estufa a 65 °C até atingirem peso constante e computado o valor de MSP. Para as plântulas conduzidas em casa de vegetação foi determinado, da mesma forma, a massa verde (MVPA) e a massa seca (MSPA) de parte aérea de plântulas. Ambas as determinações foram realizadas em balança de precisão (Nakagawa, 1994).

Envelhecimento acelerado (EA): realizado em caixas plásticas tipo gerbox possuindo em seu interior uma tela de aço inoxidável, onde as sementes foram distribuídas de maneira a formar uma camada uniforme. No interior da caixa foram adicionados 40 mL de água. As caixas, tampadas, foram mantidas em câmaras incubadoras BOD, a temperatura de 41 °C / 24 horas Garcia e Menezes (1999), após esse período foi conduzido o teste de germinação, conforme descrito anteriormente. As avaliações foram realizadas no quinto dia após a semeadura, sendo computado o número de plântulas normais (Brasil, 2009).

Teste de frio em rolo de papel (TF): foi realizado com quatro repetições de 100 sementes, para cada tratamento, em substrato rolo de papel *Germitec*, umedecido com água destilada e mantidos em refrigerador durante sete dias à 8°C (Krzyzanowski et al., 1999). Decorrido o tempo, os rolos foram transferidos para o germinador, à temperatura de 20 °C, por cinco dias, onde foi realizado a contagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Condutividade elétrica (CE): As sementes foram inicialmente pesadas e colocadas em recipiente com água destilada com cinco repetições de 100 sementes em 100 ml de água e incubadas à temperatura de 20 °C (± 2 °C), por 24 horas (Nogueira et al., 2013). A condutividade da solução foi determinada através de um condutivímetro (Conductivity Meter, modelo CD-4303). Os valores obtidos no aparelho foram divididos pelo peso da amostra (g) e os resultados expressos em $\mu\text{S g}^{-1}\text{cm}^{-1}$ de semente.

Emergência de plântulas em campo (EC 21): foram semeadas quatro repetições de 50 sementes por lote em canteiros, com 10 cm entre repetições, em condições ambientais, sendo o solo umedecido sempre que necessário. As avaliações foram realizadas 21 dias após a semeadura e o resultado expresso em porcentagem de plântulas normais emergidas (Nakagawa, 1994).

Índice de velocidade de emergência (IVE): conduzido juntamente com o teste de emergência de plântulas a campo. A contagem do número de plântula emergida foi realizada, diariamente, a partir do início da emergência das plântulas. O cálculo do índice de velocidade de emergência foi realizado conforme Maguire (1962).

Altura de plântula (AP): foi realizada juntamente com o teste de emergência, medindo apenas a parte aérea das plântulas, com o auxílio de um paquímetro digital. Foram medidas 5 plantas em cada repetição (Nakagawa, 1994).

Para os testes de laboratório, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado e, para os testes de campo, foi usado o delineamento em blocos casualizados, ambos com quatro repetições, considerando como tratamento os lotes de aveia provenientes de diferentes unidades de produção.

Os dados obtidos em cada teste foram submetidos à análise de variância e ao teste F; a comparação de médias foi realizada pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, através do Programa Gêneses (Cruz, 2006). Posteriormente, calcularam-se os coeficientes de correlação simples de Pearson (r) entre os dados coletados nos diferentes testes, procurando verificar a consistência das informações obtidas nessa análise em comparação com aquelas provenientes da comparação entre médias pelo método de agrupamento de Scott-Knott nos testes de laboratório em relação à emergência em casa de vegetação, em que a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As nove cultivares de aveia preta procedentes de vários locais de produção no RS apresentaram diferenças significativas quanto a sua qualidade fisiológica em função da procedência. Os resultados de germinação (GM) mostraram diferença significativa entre os lotes avaliados, apontando os lotes 10, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 28 e 30 como os de melhor qualidade fisiológica (germinação > 86%) e o lote 23 como o de pior qualidade com 44% de germinação (Tabela 1). Dos 36 lotes analisados, apenas 21 estão aptos a comercialização pela legislação vigente que exige 80% de germinação para a cultura da aveia-preta no Brasil (ABRASEM, 2013).

Quando Holbig et al. (2011) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de aveia-preta e azevém comercializadas em Pelotas e Alegrete, no RS, apresentaram germinação abaixo do mínimo permitido pela legislação. De acordo com os autores a redução na germinação de sementes pode ter ocorrido por

vários fatores como: condições inadequadas de armazenamento, à baixa qualidade inicial das sementes produzidas, como também, ao ineficiente sistema de fiscalização do comércio de sementes de espécies forrageiras. Outro fator que pode ter influenciado na qualidade das sementes são as diferentes condições climáticas que ocorrem nas regiões produtoras por Luiz e Lin (1999), analisando cultivares de aveia branca de diferentes procedências, constataram que houve interação genótipo x ambiente sobre a germinação e vigor das sementes.

Ainda entre os fatores que podem causar redução da qualidade fisiológica das sementes, pode-se citar o teor de umidade que tem ocasionado a deterioração da maioria dos cereais por aumentar a atividade metabólica das sementes (Silva, 2008). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), sementes com teor de água entre 12-14% e 18-20% possuem uma respiração ativa o que pode causar perda no vigor e eventuais quedas na germinação, durante o armazenamento. Entretanto, apesar da umidade dos lotes terem variado 16,26 a 20,23%, este teor alto de umidade não teve relação com a variabilidade do potencial germinativo dos lotes, o que pode ser atribuído ao fato das sementes analisadas não terem sido submetidas a um período longo de armazenamento. De acordo com Berbert et al., (2008), o teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração do grão durante o armazenamento. Smaniotto et al., (2014) ao avaliar a qualidade fisiológica das sementes de soja ao longo do armazenamento, observaram que sementes armazenadas com teor de água inicial mais elevado, 14% (b.u.), apresentaram maior perda de qualidade no decorrer do armazenamento.

Através dos resultados da primeira contagem de germinação (Tabela 1), foi possível separar os 36 lotes de aveia-preta em cinco níveis de vigor, sendo os lotes 17, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 33 e 34 os de maior vigor (77,25 a 85,75%), diferindo significativamente dos demais e os lotes 6, 7 e 23 de menor vigor (47,25% a 49,75%) e os demais lotes apresentaram vigor intermediário com valores variando de 57,25% a 83,75%.

Sementes que apresentam baixa qualidade fisiológica resultam em baixo rendimento a campo. Schuch et al., (2008) ao avaliar a qualidade de sementes de aveia preta em relação a produção de forragens e sementes, observaram que as sementes

Tabela 1. Valores médios obtidos para germinação (GM) e primeira contagem (PC) (vigor), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa verde de plântula (MVP) e massa seca de plântula (MSP) de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), procedentes de diferentes unidades de produção do Rio Grande do Sul

| Lo | Cultivar /procedência | GM (%) | PC (%) | CPA | CR | MVP | MSP |
|-----|-----------------------|---------|---------|------------|-----------|---------|---------|
| L1 | Em 139 (No A) | 81,75 b | 71,75 b | 100,704 c | 110,203 b | 0,766 d | 0,086 b |
| L2 | Em 139 CO | 83,25 b | 69,75 b | 44,103 c | 60,293 c | 0,172 f | 0,073 b |
| L3 | Em139 (No B) | 79,75 b | 73,25 b | 131,349 b | 130,560 a | 1,190 b | 0,126 b |
| L4 | Em 139 (No C) | 77,00 b | 67,00 c | 10 5,342 c | 103,176 b | 1,432 a | 0,220 a |
| L5 | Em 139 (No D) | 79,5 b | 72,00 b | 122,973 b | 112,619 b | 1,280 b | 0,150 a |
| L6 | Em 139 No | 59,25 d | 49,25 e | 99,718 c | 97,614 c | 0,732 d | 0,084 b |
| L7 | Em 139 (No E) | 57,25 d | 47,25 e | 113,751 c | 110,173 b | 1,102 c | 0,126 b |
| L8 | Em 139 (CO F) | 82,25 b | 72,25 b | 151,089 a | 108,051 b | 1,450 a | 0,182 a |
| L9 | Em 139 (No G) | 77,75 b | 65,25 c | 135,036 b | 106,441 b | 1,050 c | 0,130 b |
| L10 | AP (CO F) | 86,5 a | 76,5 b | 145,455 a | 113,671 b | 1,072 c | 0,152 a |
| L11 | AP (No B) | 80,75 b | 72,75 b | 94,191 c | 97, 094 c | 0,774 d | 0,097 b |
| L12 | AP No | 64,75 c | 66,00 c | 115,463 c | 81,488 c | 0,686 d | 0,110 b |
| L13 | AP (No A) | 71,00 c | 63,50 c | 123,810 b | 111,285 b | 1,162 b | 0,106 b |
| L14 | AP (No I) | 83,75 b | 68,00 c | 141,924 a | 111,302 b | 1,208 b | 0,116 b |
| L15 | BRS Ma (No C) | 67,00 c | 57,00 d | 70,435 d | 84,535 c | 0,482 e | 0,132 b |
| L16 | BRS Ma (No B) | 83,5 b | 73,50 b | 137,512 b | 102,626 b | 0,944 c | 0,114 b |
| L17 | BRS Ma (CO H) | 89,25 a | 80,50 a | 122,503 b | 135,91 a | 1,024 c | 0,112 b |
| L18 | BRS Ma (No K) | 83,00 b | 70,50 b | 112,526 c | 126,102 a | 0,702 d | 0,088 b |
| L19 | BRS Ma (CO H) | 94,5 a | 75,00 b | 169,922 a | 149,289 a | 0,898 d | 0,100 b |
| L20 | BRS Ce (No J) | 83,75 b | 76,25 b | 129,591 b | 137,970 a | 0,960 c | 0,092 b |
| L21 | BRS Ce (No K) | 93,5 a | 81,25 a | 113,713 c | 84,749 c | 0,600 c | 0,065 b |
| L22 | BRS Ce (CO L) | 89,75 a | 80,50 a | 125,061 b | 108,368 b | 0,860 d | 0,083 b |
| L23 | BRS Ce (CO C) | 44,00 e | 49,75 e | 132,122 b | 83,700 c | 0,488 e | 0,063 b |
| L24 | BRS Ce (No G) | 90,5 a | 80,50 a | 127,844 b | 104,183 b | 0,780 d | 0,081 b |
| L25 | BRS Ce (No D) | 97,25 a | 85,75 a | 104,947 c | 97,626 b | 0,670 d | 0,071 b |
| L26 | BRS Ce Nor | 81,00 b | 78,75 a | 135,015 b | 91,201 c | 1,020 c | 0,095 b |
| L27 | Ip 61 No | 74,75 b | 81,25 a | 104,185 c | 78,220 c | 0,718 d | 0,092 b |
| L28 | Ip 61 (No B) | 88,25 a | 78,7 a | 97,392 c | 86,748 c | 0,688 d | 0,068 b |
| L29 | Ip 61 (No L) | 73,75 b | 74,75 b | 103,248 c | 77,092 c | 0,556 e | 0,056 b |
| L30 | Ip61 (No I) | 90,75 a | 83,75 a | 155,145 a | 89,978 c | 0,700 d | 0,070 b |
| L31 | AC (No J) | 56,5 d | 62,25 c | 112,150 c | 102,346 b | 0,786 d | 0,112 b |
| L32 | AC (No G) | 67,00 c | 62,00 c | 133,086 b | 110,819 b | 0,922 c | 0,108 b |
| L33 | AZ (No I) | 83 b | 78,50 a | 117,302 c | 110,099 b | 0,894 d | 0,076 b |
| L34 | AZ (No I) | 88,75 | 77,75 a | 110,300 c | 107,968 b | 0,806 d | 0,088 b |
| L35 | UPFA M 21 (No I) | 81,25 b | 71,00 b | 145,977 a | 133,485 a | 1,058 c | 0,120 b |
| L36 | AI (No I) | 56,00 d | 64,50 c | 128,875 b | 96,706 c | 0,882 d | 0,110 b |
| | CV (%) | 7,48 | 7,26 | 15,41 | 16,65 | 17,46 | 11,23 |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott knott, a 5 % de probabilidade. Em 139= Embrapa 139, Ag = Agro Planalto, BRS M= BRS Madrugada, BRS Ce= BRS Centauro, Ip 61= Iapar 61, AC= Agro Coxilha, AZ= Agro Zebu, UPFA M 21= UPFA Moreninha 21, AI= Agro Ijuí, No= Noroeste, Nor= Nordeste, CO=Centro Ocidental; A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e L= Unidades de produção.

que apresentaram maior qualidade fisiológica, tiveram maior rendimento de sementes resultando em uma correlação de 0,72. O potencial fisiológico de sementes fornecido pelo teste de germinação é consistente quando confirmado pelas informações fornecidas através da avaliação do vigor (Bhering et al., 2004).

Analisando os testes fisiológicos de vigor (Tabela 1), observa-se que os lotes diferem quanto ao vigor expresso pelo desenvolvimento de plântula. Em relação ao comprimento de parte aérea (CPA), observou-se que as plântulas dos lotes 8, 10, 14, 19, 30 e 35 apresentaram maior desenvolvimento com comprimento ≥ 141 mm,

diferindo dos demais que apresentaram comprimento ≤ 137 mm. Quanto ao crescimento radicular os maiores valores foram obtidos nos lotes 3, 17, 18, 19, 20 e 35, com comprimento ≥ 126 mm, diferindo estatisticamente dos demais lotes que apresentaram comprimento radicular ≤ 112 mm (Tabela 1).

Quanto aos valores de massa verde de plântulas, os lotes 4 e 8 apresentaram maior peso, com 1,432 g e 1,45 g, enquanto que o menor peso foi obtido nos lotes 15, 23 e 29, com 0,482, 0,488 e 0,556 g, respectivamente. Enquanto que para massa seca, os maiores valores foram observados nos lotes 4, 5, 8, 10 e 25 com massa $\geq 0,150$ g, diferindo dos demais que apresentaram massa $\leq 0,132$ g (Tabela 1). Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Schuch et al., (1999b) que avaliando o crescimento de plântulas de aveia-preta em função do vigor das sementes, em condições controladas, verificaram que sementes de maior vigor apresentam maior comprimento aéreo e radicular, concluindo que o vigor das sementes afeta a velocidade de emissão das radículas e a taxa de crescimento das plântulas.

A avaliação do vigor dos lotes de sementes de aveia-preta por meio dos testes de resistência (EA e TF) e pelo teste bioquímico (CE), (Tabela 2), também demonstram diferenças no potencial fisiológico dos lotes de sementes de aveia-preta com germinação semelhante e compatível com as exigências mínimas para a comercialização, distinguindo lotes de alto e baixo vigor. No teste de EA permitiu a separação dos lotes em três níveis de vigor, tendo os lotes de maior vigor média variando 69% a 79,50%, os de vigor intermediário 58,50% a 62,50% e os de menor vigor 48,50% a 54% de germinação.

Através do teste de frio (Tabela 3), foi possível avaliar a qualidade fisiológica de semente sob condições adversas, tendo esse da mesma forma que o teste de EA, diferenciando os lotes em três níveis de vigor. Os lotes de maior vigor apresentaram germinação $>75,25\%$, os de vigor intermediários apresentaram germinação $\geq 71,25\%$ e os de menor vigor apresentaram germinação $< 69,00\%$.

Os testes de resistência de vigor submetem as sementes a tipos de estresses que simulem uma condição de campo. O teste de envelhecimento acelerado (EA) avalia o grau de tolerância das sementes à temperatura (41 °C – 45 °C) e umidade

relativa elevadas, que contribuem para acelerar o processo de deterioração e no teste de frio (TF), as sementes são submetidas a uma combinação de baixa temperatura (10 °C) e ambiente úmido, que incentiva a perda de solutos celulares (ao dificultar a reorganização do sistema de membranas) e o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais à germinação. Assim, o princípio destes testes estabelece que as amostras de sementes mais vigorosas apresentam germinação superior após esse envelhecimento artificial e a submissão as condições de baixa temperatura, como pode ser observado pela classificação dos três níveis de vigor observados para as sementes de aveia-preta avaliadas.

Conforme observado nos resultados do teste bioquímico de condutividade elétrica (Tabela 2), verifica-se uma maior variabilidade quanto à qualidade fisiológica dos lotes de aveia-preta, sendo possível classifica-los em oito níveis de vigor, onde os menos vigorosos foram os lotes 23 e 31 (44,88 e 47,55 $\mu S\ cm^{-1}\ g^{-1}$) respectivamente, apresentando a maior lixiviação de solutos, caracterizando assim menor integridade das membranas, diferindo dos demais; e os de maior capacidade para reorganizar e reparar danos nas membranas, com menor liberação de solutos os lotes 10, 13, 25 e 30 (14,13; 16,42; 13,93 e 16,04 $\mu S\ cm^{-1}\ g^{-1}$) respectivamente, apresentando qualidade superior.

A condutividade elétrica é um teste bioquímico que avalia indiretamente a integridade do sistema de membranas celulares, extremamente importante para a garantia do funcionamento normal dos tecidos vitais das sementes, portanto as sementes mais deterioradas liberam maiores quantidades de íons, além de outros componentes, de modo que as maiores leituras da condutividade elétrica identificam lotes menos vigorosos (Krzyzanowski et al., 1999).

Os resultados na Tabela 2, referentes aos testes de vigor, emergência em casa de vegetação (EV), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plântulas (AP), massa verde da altura de plântula (MVAP) e massa seca da altura de plântula (MSAP) aos 21 dias após a semeadura, também demonstram que os lotes de aveia preta apresentaram qualidade fisiológica diferente.

Através do teste de EV (Tabela 2), observa-se que os lotes 2, 19, 26, 28, 29, 30, 33, 34 e 35, apresentaram maior percentual de emergência, entre 87,66 e 93,33%, diferindo significativamente dos demais, e o lote 7 foi o

Tabela 2. Valores médios de envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e condutividade elétrica (CE), emergência em casa de vegetação (EV), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plântula (AP) massa verde da altura de plântula (MVAP) e massa seca da altura de plântula (MSAP) aos 21 dias, de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), procedentes de diferentes unidades de produção do Rio Grande do Sul

| Lo | Cultivar /procedência | EA (%) | TF (%) | CE (i S cm ⁻¹ g ⁻¹) | EV(%) | IVE | Ap(mm) | MVAP(g) | MSAP(g) |
|-----|-----------------------|---------|---------|--|---------|---------|---------------------|---------|---------|
| L1 | Em 139 (No A) | 64,00b | 76,75 a | 38,48 b | 80,33 b | 11,63 c | 248,21d | 0,88 d | 0,16 d |
| L2 | Em 139 CO | 76,50 a | 75,25 a | 19,71 g | 87,66 a | 11,96 c | 302,49 ^a | 0,98 d | 0,19 b |
| L3 | Em139 (No B) | 64,00 b | 72,50 b | 26,47 e | 85,66 b | 11,86 c | 267,16c | 1,14 c | 0,21 a |
| L4 | Em 139 No C) | 66,00 a | 73,00 b | 41,49 b | 63,66 e | 8,92 e | 234,31e | 0,77 d | 0,15 d |
| L5 | Em 139 (No D) | 57,50 b | 71,50 b | 34,53 c | 83,00 b | 13,45 b | 258,81c | 1,22 c | 0,21 a |
| L6 | Em 139 No | 60,00 b | 60,00 c | 21,55 f | 57,30 f | 9,49 e | 245,51d | 1,25 c | 0,25 a |
| L7 | Em 139 (No E) | 49,50 c | 65,00 c | 29,09 d | 53,33g | 8,64 e | 250,63d | 0,97 d | 0,19 b |
| L8 | Em 139 (CO F) | 73,50 a | 75,00 a | 21,12 f | 82,00 b | 10,39 d | 226,22 e | 0,95 d | 0,20 b |
| L9 | Em 139 (No G) | 69,00 a | 78,00 a | 34,89 c | 83,00 b | 14,01 a | 286,24b | 0,93 d | 0,18 c |
| L10 | Ap (CO F) | 75,50 a | 72,75 b | 14,13 h | 80,66 b | 11,78 c | 271,53 b | 0,93 d | 0,18 c |
| L11 | A p (No B) | 75,00 a | 71,00 b | 17,10 g | 76,00 c | 10,87 c | 261,55 c | 0,95 d | 0,18 c |
| L12 | Ap No | 60,00 b | 66,00c | 33,15 c | 74,00 c | 11,91 c | 267,37 c | 1,02 d | 0,19 b |
| L13 | Ap (No A) | 70,50 a | 75,50 a | 16,42 h | 83,33 b | 13,24 b | 263,27 c | 0,85 d | 0,18 c |
| L14 | Ap (No I) | 61,50b | 71,75 b | 29,78 d | 72,00 d | 11,14 c | 258,02 c | 0,95 d | 0,18 c |
| L15 | BRS Ma (No C) | 70,00 a | 77,25 a | 26,59 e | 74,33c | 11,70 c | 245,90 d | 1,12 c | 0,18 c |
| L16 | BRS Ma (No B) | 72,00 a | 73,00 b | 30,13 d | 84,00 b | 14,13 a | 224,92 e | 1,21 c | 0,18 c |
| L17 | BRS Ma (CO H) | 79,50 a | 74,50 a | 22,14 f | 82,00 b | 13,81 b | 252,36 d | 1,68 a | 0,23 a |
| L18 | BRS Ma (No K) | 76,50 a | 74,50 a | 32,00 d | 83,33 b | 15,13 a | 263,39 c | 1,68 a | 0,22 a |
| L19 | BRS Ma (CO H) | 72,50 a | 75,50 a | 19,44 g | 90,00 a | 13,50 b | 232,87 e | 1,16 c | 0,18 c |
| L20 | BRS Ce (No J) | 74,50 a | 74,5 a | 24,92 e | 83,33 b | 14,78 a | 276,33 b | 1,49 b | 0,21 a |
| L21 | BRS Ce (No K) | 72,50 a | 75,75 a | 24,71 e | 84,66 b | 13,26 b | 281,33 b | 1,38 b | 0,15 d |
| L22 | BRS Ce (CO L) | 64,50 b | 76,25 a | 34,06 c | 80,66 b | 14,47 a | 304,19 a | 1,87 a | 0,22 a |
| L23 | BRS Ce (CO C) | 51,50 c | 64,75 c | 44,88 a | 63,33 e | 14,74 a | 272,89 b | 1,57 a | 0,22 a |
| L24 | BRS Ce (No G) | 75,50 a | 72,50 b | 27,15 e | 83,66 b | 14,36 a | 276,01 b | 1,33 b | 0,19 b |
| L25 | BRS Ce (No D) | 77,00 a | 77,25 a | 13,93 h | 86,00 b | 14,17 a | 247,47 d | 1,33 b | 0,15 d |
| L26 | BRS Ce No | 75,00 a | 72,25 b | 23,49 f | 90,00 a | 13,75 b | 246,25 d | 0,99 d | 0,15 d |
| L27 | Ip 61 No | 71,00 a | 71,25 b | 25,85 e | 85,33 b | 14,48 a | 263,95 c | 1,356 b | 0,19 c |
| L28 | Ip 61 (No B) | 70,50 a | 76,25 a | 17,76 g | 90,66 a | 15,98 a | 223,77 e | 1,45 b | 0,20 b |
| L29 | Ip 61 (No L) | 58,50 b | 76,50 a | 24,37 e | 88,66 a | 14,49 a | 245,42 d | 1,72 a | 0,23 a |
| L30 | Ip61 (No I) | 75,50 a | 75,50 a | 16,04 h | 89,66 a | 14,65 a | 201,00 f | 1,17 c | 0,17 c |
| L31 | AC (No J) | 54,00 c | 76,00 a | 47,55 a | 82,00 b | 11,73 c | 180,51 g | 0,93 d | 0,14 d |
| L32 | AC (No G) | 48,50 c | 66,00 c | 27,40 e | 68,66 d | 10,21 d | 172,53 g | 0,94 d | 0,12 d |
| L33 | AZ (No I) | 71,50 a | 66,50 c | 25,91 e | 88,00 a | 10,21 d | 201,09 f | 1,00 d | 0,13 d |
| L34 | AZ (No I) | 62,50 b | 76,75 a | 36,35 c | 90,00 a | 12,72 b | 233,62 e | 1,42 b | 0,18 c |
| L35 | UPFA 21 (No I) | 75,50 a | 71,25 b | 18,74 g | 93,33 a | 14,32 a | 203,15 f | 1,09 c | 0,14 d |
| L36 | AI (No I) | 61,00 b | 69,00 c | 25,72 e | 72,33 d | 12,58 b | 188,42 g | 1,28 b | 0,16 d |
| | CV (%) | 6,41 | 3,97 | 8,47 | 2,93 | 6,43 | 4,71 | 10,68 | 9,77 |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott knott, a 5 % de probabilidade. Lo= lotes, Em 139= Embrapa 139, Ag = Agro Planalto, BRS M= BRS Madrugada, BRS Ce= BRS Centauro, Ip 61= Iapar 61, AC= Agro Coxilha, AZ= Agro Zebu, UPFA M 21= UPFA Moreninha 21, AI= Agro Ijuí, No= Noroeste, Nor= Nordeste, CO=Centro Ocidental; A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e L= Unidades de produção.

que apresentou menor emergência com 53,33% de plântulas emergidas. Quanto ao IVE, verifica-se que os lotes 4 (8,92), 6 (9,49) e 7 (8,64) apresentaram os menores índices, diferindo dos demais e, portanto, com menor vigor. Os resultados obtidos no presente estudo

são semelhantes aos encontrado por Schuch et al., (2000) os quais observaram que sementes de aveia-preta de baixo vigor retardam a emergência a campo em torno de três dias. Em outro trabalho Schuch et al., (1999b) trabalhando com as cv. Embrapa 29 e Embrapa 140 em

Tabela 3. Coeficientes de correlação simples de Pearson (r) estimados entre os testes de laboratório em relação ao teste de emergência em casa de vegetação de trinta e seis lotes de sementes de aveia-preta

| Testes em Laboratório | Emergência de plântulas em casa de vegetação |
|--------------------------|--|
| Germinação | 0.681* |
| Primeira contagem | 0.814* |
| Comprimento parte aérea | 0.131 ns |
| Comprimento da raiz | 0.111 ns |
| Massa verde de plântulas | 0.028 ns |
| Massa seca de plântulas | -0.299 ns |
| Envelhecimento acelerado | 0.613* |
| Teste de frio | 0.665* |
| Condutividade elétrica | -0.334 ns |

laboratório, verificaram que o número de dias necessário para a ocorrência de protrusão das radículas nas sementes foi gradualmente aumentando com o avanço na deterioração das sementes, tendo sementes de alta qualidade apresentado emissão de 48,5 radículas/dia e sementes de baixa qualidade 24,4 radículas/dia.

Segundo Copeland & McDonald (1985), o melhor desempenho de plântulas sob condições de campo é proveniente de sementes de maior vigor, devido a estas apresentarem maior resistência a estresse ambiental durante a germinação e crescimento inicial.

Para altura de plântula após 21 DAE (Tabela 2), o maior comprimento é apresentado pelos lotes 2 e 22 (302,49 e 304,19 mm), diferindo dos demais, e o menor comprimento é apresentado pelos lotes 31, 32, e 36 (180,51, 172,53 e 188,42g) respectivamente.

Os valores de massa verde aos 21 DAE indicaram os lotes 17, 18, 22, 24 e 29 como os de maior qualidade, apresentando massa $\geq 1,16$ g, diferindo dos demais. Para massa seca aos 21 DAE, os maiores valores foram observados nos lotes 3, 5, 6, 17, 18, 20, 24 e 29 com valores $\geq 0,21$ g (Tabela 2).

A elevada qualidade de sementes de aveia-preta, segundo Schuch et al. (2008) apresentaram um acréscimo de 13 % na massa seca em comparação com sementes de qualidade mínima e quando essas são comparadas com sementes de baixa qualidade as diferenças foram mais acentuadas, com valores de 70 % de redução na produção de massa seca. Em condições de campo Schuch et al. (2000) avaliaram o vigor de sementes de aveia-preta sobre a evolução do crescimento e verificaram que as sementes de maior

vigor produziram maior massa seca, maior área foliar e maior taxa de crescimento no período inicial da cultura.

Os resultados obtidos nos teste conduzidos em casa de vegetação (Tabela 2) confirmaram a diferença do potencial fisiológico dos lotes de aveia-preta, já observados em laboratório (Tabela 1), verificando-se que os lotes que apresentaram melhor desempenho em laboratório foram os mais vigorosos quando submetidos às condições adversas.

Trabalhos realizados com outras culturas, também verificaram a relação positiva entre vigor de sementes em relação ao desempenho de plântulas, como é o exemplo do trabalho conduzido por Vanzolini e Carvalho (2002), com sementes de soja, verificaram que sementes de maior vigor apresentaram maior comprimento da raiz primária e maior comprimento total das plântulas aos 18 e 30 DAS.

Avaliando o crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes, Kolchinski et al. (2006) observaram que num período de 10 a 20 DAE, as plantas originadas das sementes de alto vigor apresentaram maiores valores de taxa de crescimento relativo e taxa de assimilação líquida, segundo o autor, este comportamento pode estar relacionado a um efeito direto do vigor das sementes sobre a habilidade dos tecidos das plantas em converter radiação solar em matéria seca durante o período de crescimento.

Machado (2002) constatou que a redução progressiva da qualidade fisiológica das sementes de aveia branca provocou reduções e causou desuniformidade da emergência das plântulas em campo. O efeito da qualidade fisiológica das sementes, através do desenvolvimento e massa de plântulas tanto em condições favoráveis quanto em condições adversas verificado no presente estudo e os citados na literatura, justificam e evidenciam a importância do uso de sementes com boa qualidade fisiológica no momento da semeadura, pois essa define o desempenho inicial e formação das pastagens. Segundo França-Neto et al. (2010) e Marcos-Filho (2013) lotes de sementes com potencial fisiológico elevado originam plântulas vigorosas, com desenvolvimento inicial consistente e que se estabelecem sob condições variadas de clima e solo.

Os resultados da correlação $r = (0,681)$ entre a geminação e a emergência em casa de vegetação (Tabela 3) comprovam os resultados obtidos na análise de médias (Tabela 1 e 2), onde sementes que

apresentaram maior germinação em laboratório (condições ideais) também apresentaram maior germinação em casa de vegetação (condições adversas). Da mesma forma é observado na correlação entre os testes de vigor (primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e teste de frio) com $r = (0,814, 0,613, 0,665)$, respectivamente em relação a emergência em casa de vegetação. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por (Soares et al., 2010), quando avaliou a eficiência de diferentes testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de sorgo. Não foi constatada correlação significativa entre a emergência de plântulas em casa de vegetação e os testes de comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, massa verde e seca de plântulas e condutividade elétrica (Tabela 3).

A análise geral dos dados obtidos permite inferir que a maioria dos testes permitiram diferenciar os lotes quanto sua qualidade fisiológica. Destacando-se assim a importância da utilização de mais de um teste para avaliação do vigor das sementes (Marcos Filho, 1999), sendo que esses avaliaram o potencial fisiológico das sementes em diferentes aspectos.

Através dos testes foi possível identificar a qualidade das sementes de aveia preta produzidas no RS como também verificar a importância da utilização de sementes com alta qualidade fisiológica. Lotes de sementes são considerados de alta qualidade fisiológica quando apresentam plântulas bem desenvolvidas e com grande uniformidade dentro do lote (Mondo, 2009).

Conclusão

Em média, 58,34% dos lotes de aveia-preta analisadas estavam dentro dos padrões de qualidade fisiológica estabelecidos pela legislação.

Sementes mais vigorosas apresentaram maior desenvolvimento de plântulas e maior produção de massa.

Sementes que expressaram menor percentual de germinação e vigor apresentaram retardamento e desuniformidade de emergência.

Os testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e teste de frio são eficientes para estimar o potencial de emergência de plântulas de aveia-preta em casa de vegetação.

Literatura Citada

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM. 2013. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2012>. Acesso em: 23 de abril de 2016.
- BERBERT, P. A. et al. 2008. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J. S. ed. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa, MG, Aprenda Fácil. pp.63-107.
- BHERING, M. C. et al. 2004. Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. Revista Brasileira de Sementes 26(1):125-129.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2009. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, MAPA/ACS. 395 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal, SP, FUNEP. 590p.
- COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. 1985. Principles of seed science and technology. 2. ed. Minneapolis, Burgess Publishing Company. 312p
- CRUZ, C. D. 2006. Programa genes-estatística experimental e matrizes. 1 ed. Viçosa, MG, UFV. 285 p. v.1
- FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. 2010. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. Informativo Abrates (Brasil) 20(1/2):37-38.
- GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L. 1999. Teste de envelhecimento precoce para sementes de azevém, aveia preta e milho. Ciência Rural (Brasil) 29(2): 233-237.
- HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; ZIMMER, P. D.; TEPLIZKY, M. D. F. 2009. Qualidade fisiológica, sanitária e análise de isoenzimas de sementes de aveia-preta tratadas com diferentes fungicidas. Revista Brasileira de Sementes 31(3):63-69.
- HOLBIG, L. S. et al. 2011. Diferenças na qualidade física e fisiológica de sementes de aveia preta e azevém comercializadas em duas regiões do Rio Grande do Sul. Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia (Brasil) 18 (2):70-80.

- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. 2006. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. *Revista Brasileira Agrociência* 12(2):163-166.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; GILIOLI, J. L.; MIRANDA, L. C. 1993. Produção de sementes nos cerrados. In: Arantes, N.E.; Souza, P.I.M. eds. *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba, SP, POTAFOS. pp. 465-513.
- KRZYŻANOWSKI, C. F.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. 1999. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. *Informativo ABRATES (Brasil)*. 218p.
- LUIZ, V.; LIN, S. S. 1999. Qualidade fisiológica de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.) produzidas na Região Sul do Brasil. *Informativo ABRATES (Brasil)* 9(1/2):143.
- MAIA, A. R. 2007. Envelhecimento acelerado e avaliação da qualidade fisiológica de semente de trigo acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas em ambiente natural em Ibitirama - ES. Dissertação Mestrado. Linhares, ES, Universidade Federal do Espírito Santo. 90p.
- MACHADO, R. F. 2002. Desempenho de aveia-preta (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas. Dissertação Mestrado. Pelotas, RS. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel". 46p.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2(1):176-177.
- MARCOS-FILHO, J. 2013. Importancia del potencial fisiológico de la semilla de soja. *Análisis de Semillas* 7(25):81-85.
- MARCOS-FILHO, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba, SP, FEALQ. 495p.
- MARCOS FILHO, J. 1999. Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. eds. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. *Informativo ABRATES (Brasil)*. pp.1-21.
- MATTIONI, N. M. et al. 2014. Qualidade das sementes de aveia-preta de acordo com a pigmentação. *Revista Ciências Agrárias (Brasil)* 57(1):90-94.
- MONDO, V. H. V. 2009. Vigor de sementes e desempenho de plantas na cultura do milho. Tese Doutorado. Piracicaba, SP, ESALQ.
- NAKAGAWA, J. 1994. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. (eds). *Testes de Vigor em sementes*. Jaboticabal, SP, FUNEP. pp.49-85.
- NOGUEIRA, J. L. et al. 2013. Teste de condutividade elétrica para avaliação do potencial fisiológico de sementes de aveia preta. *Revista Ceres (Brasil)* 60(6):896-901.
- SCHEEREN, B. R. et al. 2010. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes* 32 (3): 35-41.
- SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; FINATTO, J. A. 2009. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. *Revista Brasileira de Sementes* 31(1):144-149.
- SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; CANTARELLI, L. D. 2008. Relação entre qualidade de sementes de aveia-preta e a produção de forrageiras e de sementes. *Scientia Agraria (Brasil)* 9(1):1-6.
- SCHUCH, L. O. B. et al. 2000. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. *Revista Brasileira de Agrociência* 6(2):97-101.
- SCHUCH, L. O. B. et al. 1999a. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb). *Revista Brasileira de Sementes* 21(2):127-134.
- SCHUCH, L.O.B. et al. 1999b. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. *Revista Brasileira de Sementes* 21(1):229-234.
- SILVA, J. S. 2008. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa, MG, Aprenda Fácil.
- SMANIOTTO, T. A. de S. et al. 2014. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18(4):446-453.
- SOARES, M. M. et al. 2010. Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 34 (2):391-397.
- VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. 2002. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. *Revista Brasileira de Sementes* 24(1):33-41.